第15章　　脊索动物门



脊索动物门是结构最复杂、机能最完善、适应能力最强的类群，进化地位最高的一个门。

第15章 脊索动物门

- 一、脊索动物门的主要特征
- 二、脊索动物的分类

一、脊索动物门的主要特征

1、**具有脊索**

2、**具有背神经管**

3、**具有咽鳃裂**

4、**其他特征：**

心脏位于消化管的腹面、具有**肛后尾**、骨骼是生活物质，是内骨骼，起源于中胚层，能随机体的生长而增长。

一、脊索动物门的主要特征

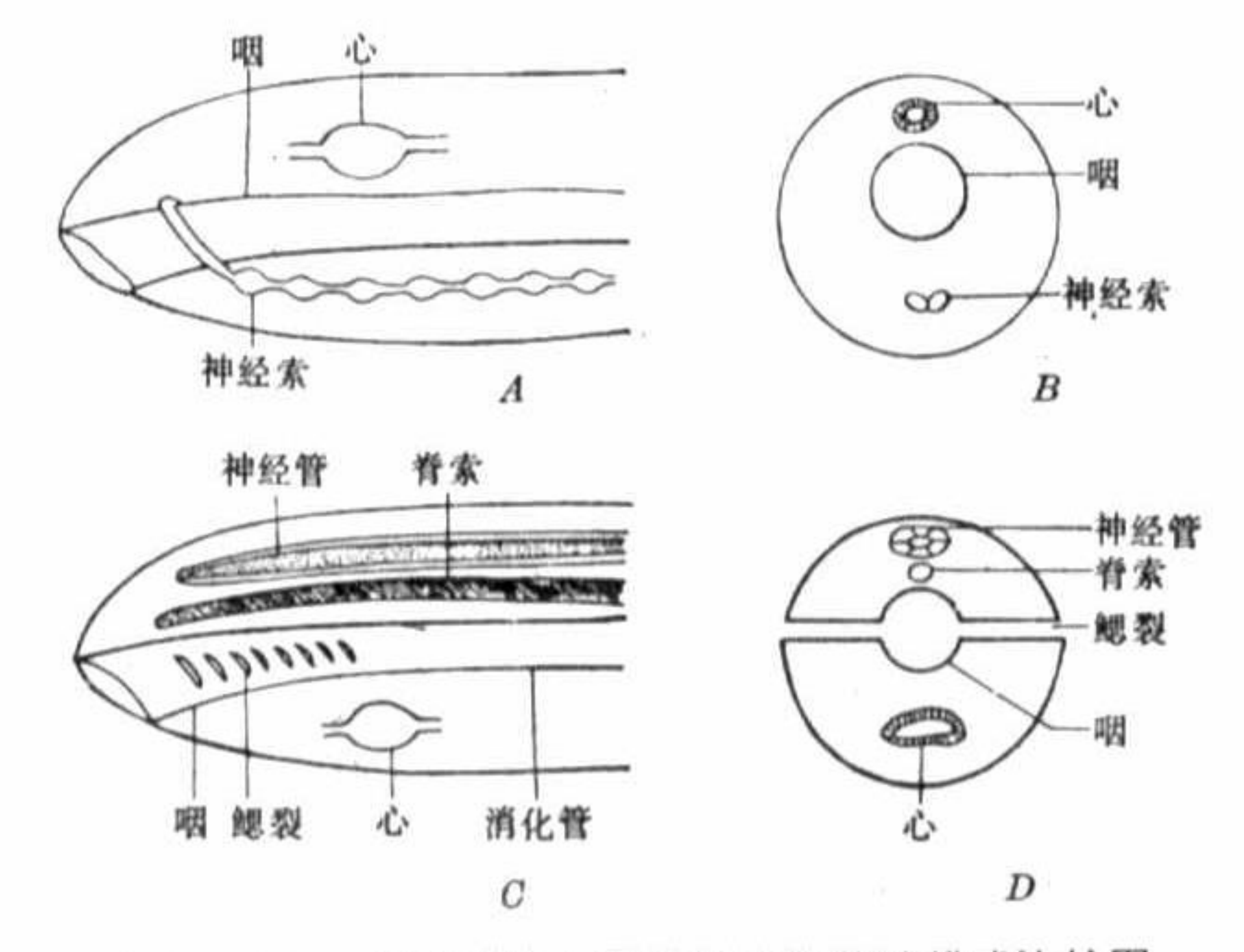


图 3—222 脊索动物与无脊椎动物构造模式比较图

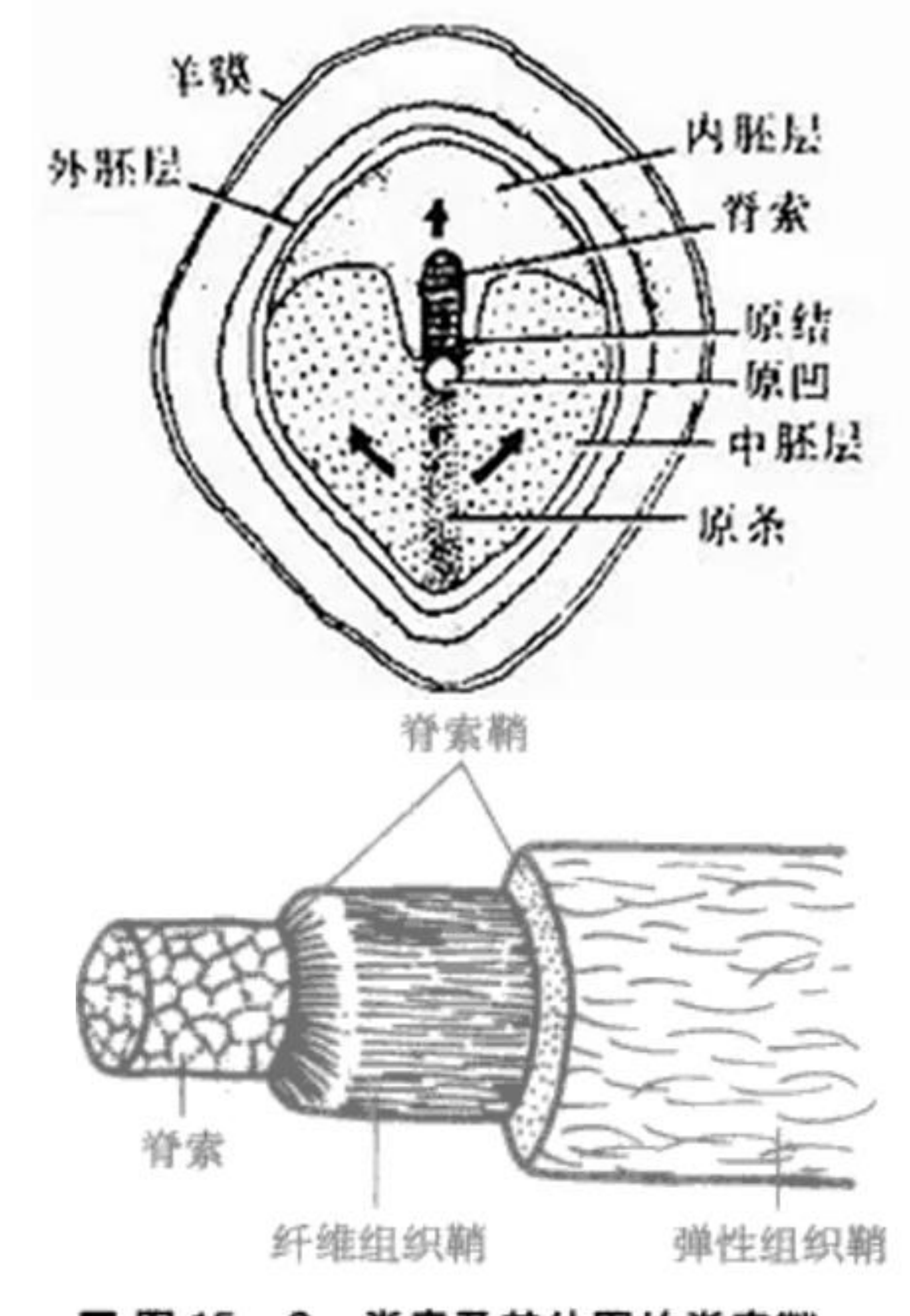
一、脊索动物门的主要特征

1、脊索

脊索是身体背部起支持作用的棒状结构，位于消化道背面、背神经管腹面。在发生上来自胚胎的原肠背壁，后与原肠脱离形成。

典型的脊索由富含液泡的脊索细胞组成，外面围有脊索细胞分泌形成的结缔组织鞘，即脊索鞘，其常包括内、外两层，分别为纤维组织鞘和弹性组织鞘。

充满液泡的脊索细胞由于产生膨压，使脊索**既具弹性又有硬度**。脊索在低等脊索动物中可终生存在，部分类群中只在胚胎期出现，后被脊柱取代。



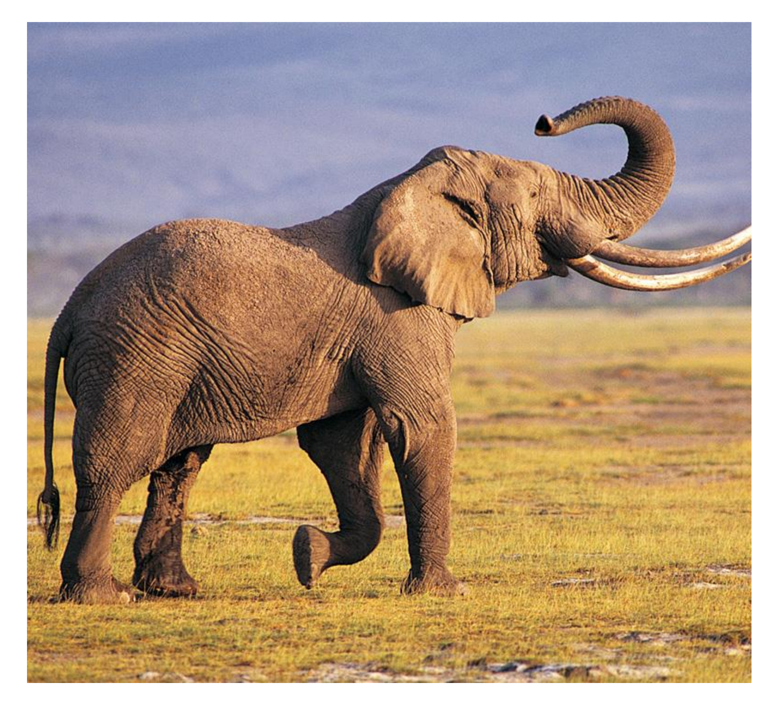
■ 图 15－2　脊索及其外围的脊索鞘

一、脊索动物门的主要特征

1、脊索

脊索的出现是动物进化历史上的重大事件，它强化了对躯体的**支持与保护**功能，提高了**定向、快速运动**的能力和对中枢神经系统的保护功能，也使躯体的大型化成为可能，是脊椎动物头部（脑和感官）以及上下颌出现的前提条件。



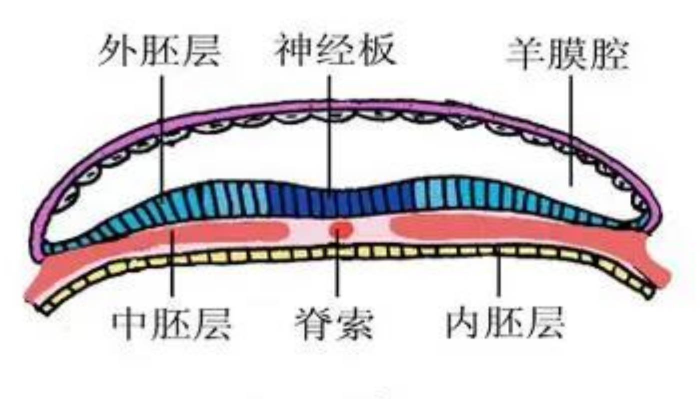


一、脊索动物门的主要特征

2、背神经管

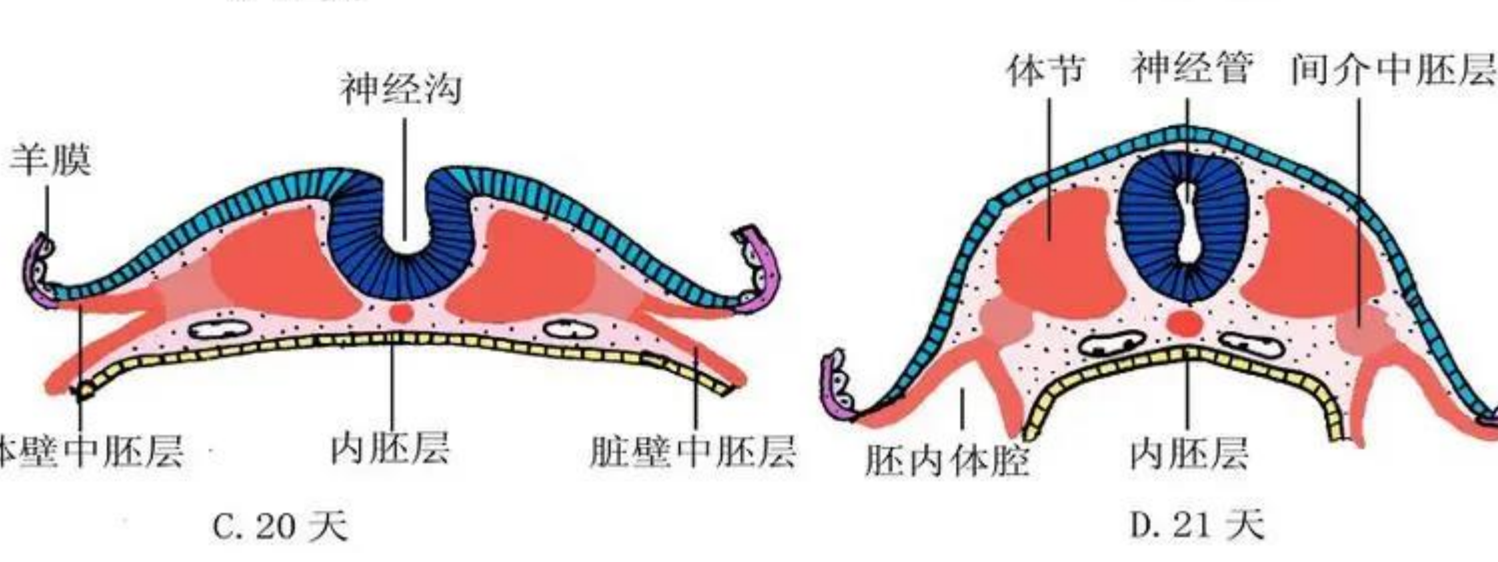
背神经管是脊索动物的神经中枢，位于脊索背面。在发生上由胚胎背中部的外胚层加厚下陷卷曲所形成脊椎动物的背神经管的前、后分别分化为脑和脊髓。

神经管腔在脑内形成脑室，在髓中为中央管。这些中空部分不断循环流动着脑脊液，为中枢神经系统的发展和扩大提供了内部环境。



A. 17 天

B. 19 天



C. 20 天

D. 21 天

一、脊索动物门的主要特征

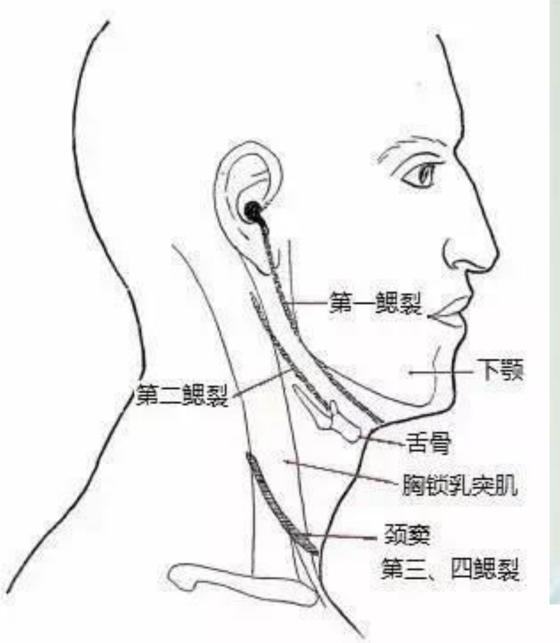
3、鳃裂

消化管前端的咽部两侧有一系列成对排列、数目不等的孔裂直接开口于体表或以一个共同的开口间接地与外界相通，称为鳃裂。

低等水栖脊索动物的鳃裂终生存在，在鳃裂之间的咽壁上着生布满血管的鳃，为呼吸器官。陆栖脊索动物仅在胚胎期脊索纤维组织鞘或幼体期（例如两栖纲的）具有鳃裂，成体完全消失。

鳃裂囊肿属于鳃裂畸形，是先天性疾病，由各对鳃裂未完全退化的组织发育而成。







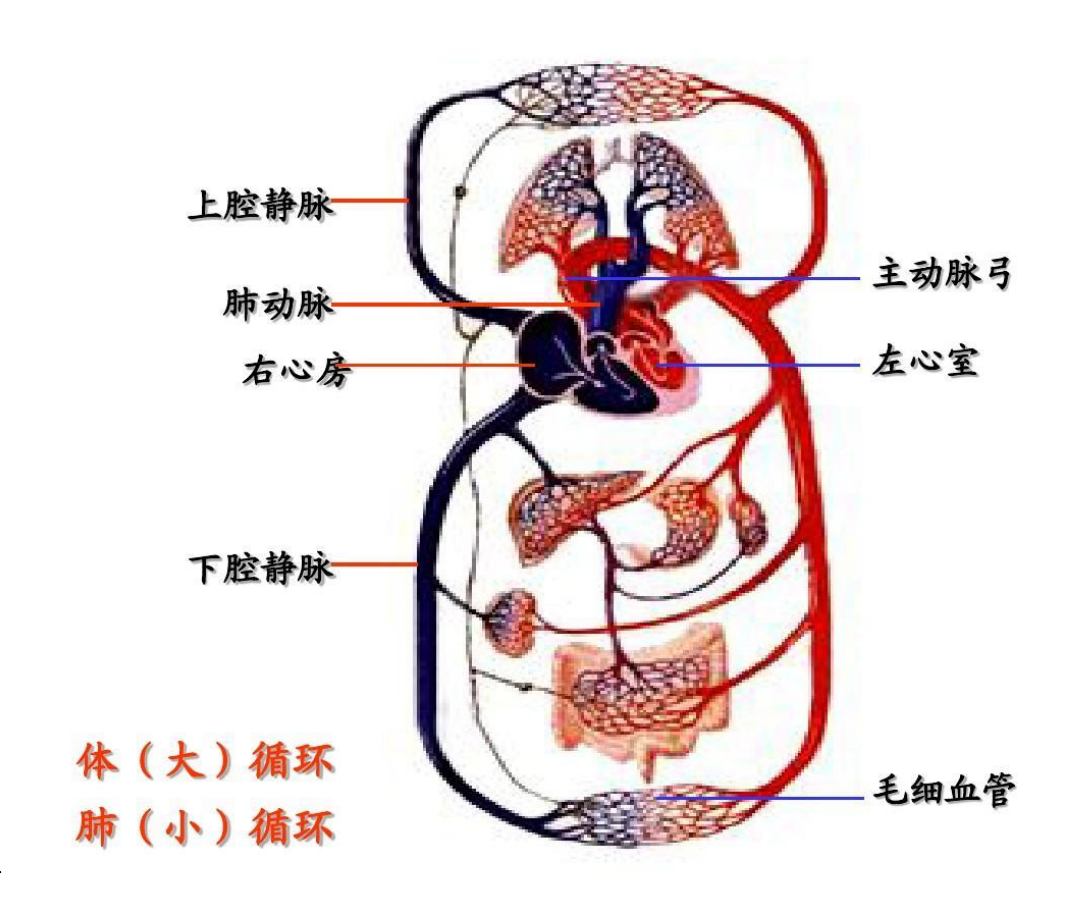
一、脊索动物门的主要特征

4、其他特征

（1）如果具有尾，总是位于门后方，称为肛后尾。

（2）心脏位于消化管的腹面，循环系统为闭管式(不包括尾索动物)。大多血液中具有红细胞。

上述特征中，具有脊索、背神经管和鳃裂是区别脊索动物和无脊椎动物的基本特征。此外，脊索动物还有一些性状在一些高等无脊椎动物中也具有，例如三胚层、后口、次级体腔、两侧对称以及躯体和某些器官的分节现象等。这些共同点表明脊索动物是由无脊椎动物进化而来的。



一、脊索动物门的分类

现存的脊索动物约有41 000 种，分为3个亚门。

（一）、<u>**尾索动物亚门**</u>

（二）、<u>**头索动物亚门**</u>

（三）、<u>**脊椎动物亚门**</u>

二、脊索动物门的分类

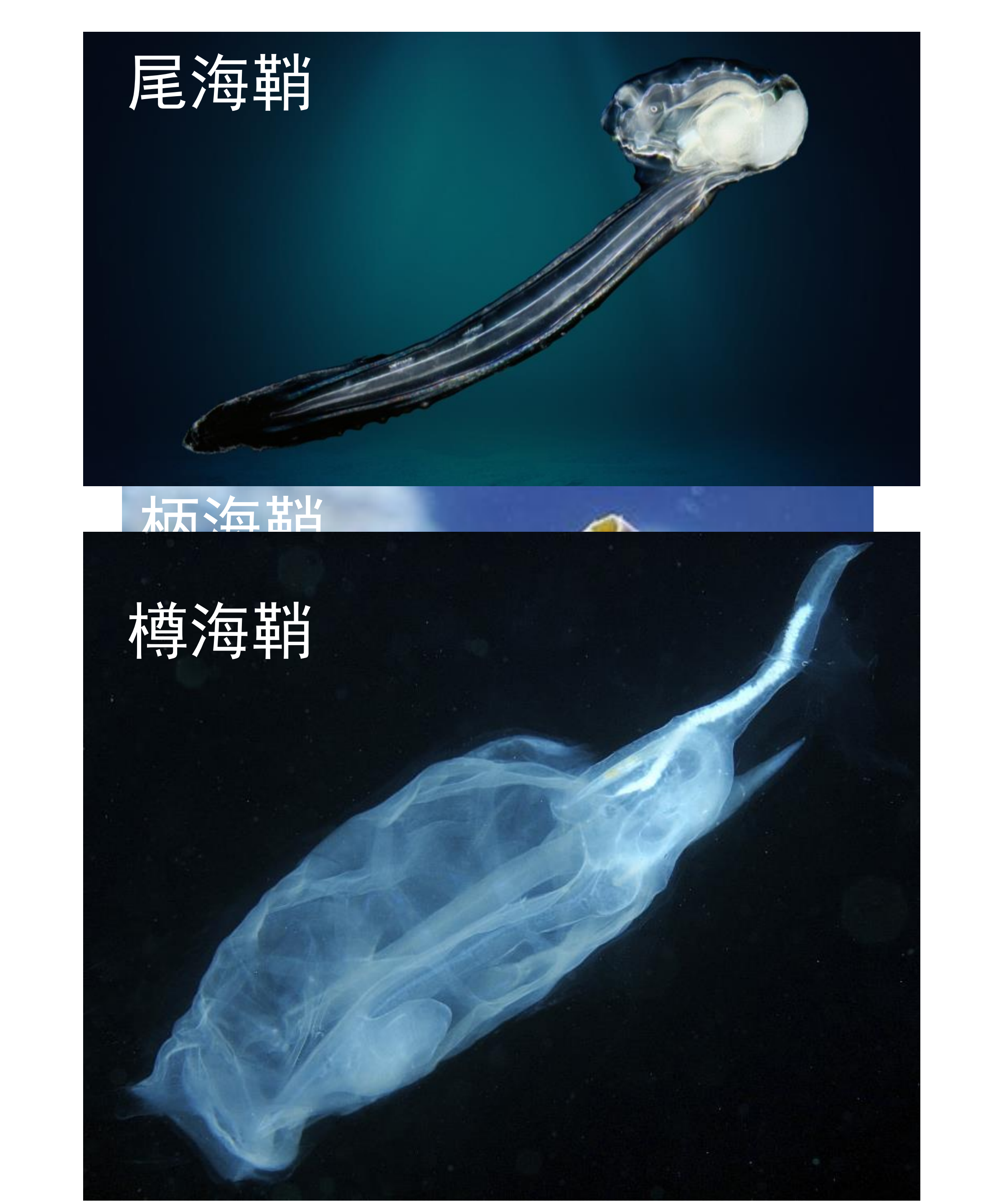
1、尾索动物亚门

又称背囊动物，脊索和背神经管仅存于幼体的尾部，成体退化或消失。鳃裂终生存在。成体的体表被有被囊。

尾海鞘纲：体小如蝌蚪，自由游泳生活，一对鳃裂，具背神经管和尾索。如尾海鞘、住囊虫。

海鞘纲：成体固着生活，被囊厚、鳃裂多。如：柄海鞘、菊花海鞘。

樽海鞘纲：被囊薄而透明，其上有环状肌肉带，有世代交替。例如樽海鞘。




Baidu百科

二、脊索动物门的分类

3、脊椎动物亚门

脊索只在胚胎发育阶段出现，随后或多或少地被脊柱所代替。脑和感官集中在身体前端，形成明显头部，故称有头类。本亚门包括6个纲。

(1) 圆口纲：无颌，又名无颌类。缺乏成对的附肢。单鼻孔。脊索为主要支持结构，但出现雏形的椎骨。皮肤裸露。
(2) 鱼纲：具上、下颌，与四足类脊椎动物合称为有颌类，体表大多被鳞。鳃呼吸。具有适于水生生活的成对的胸鳍和腹鳍。鱼类可分为两大类群：软骨鱼类：骨骼为软骨、体被盾鳞、鳃裂直接开口于体表；硬骨鱼类：骨骼一般为硬骨、体被骨质鳞、鳃裂不直接开口于体表。
(3) 两栖纲：皮肤裸露湿润。幼体用鳃呼吸，成体营肺呼吸，皮肤为辅助呼吸器官。五趾型附肢，和高等脊椎动物--起称为四足类。

二、脊索动物门的分类

3、脊椎动物亚门

脊索只在胚胎发育阶段出现，随后或多或少地被脊柱所代替。脑和感官集中在身体前端，形成明显头部，故称有头类。本亚门包括6个纲。

(4) 爬行纲：皮肤干燥，体表被以角质鳞或角质盾片。在胚体发育过程中出现羊膜，与鸟纲、哺乳纲合称为羊膜动物。其他各动物则合称为无羊膜动物。

(5) 鸟纲：体表被羽。前肢特化为翼。恒温，与哺乳类合称为恒温动物。其他脊椎动物则为变温动物。卵生。

(6) 哺乳纲：体表被毛。恒温。胎生（卵生的单孔类除外），哺乳。

二、脊索动物门的分类

（一）尾索动物亚门——代表动物：柄海鞘

1、成体形态结构

(1)外形：海鞘的成体形似囊袋，基部以长柄附生在海底或被海水淹没的物体上，顶部有两个相距不远的孔:顶端的是人水孔，位置略低的是出水孔，水流从水孔进而由出水孔排出。受惊扰时可引起体壁骤然收缩体内的水分别从两个孔中似乳汁般喷射而出，待缓解后会逐渐恢复原状。



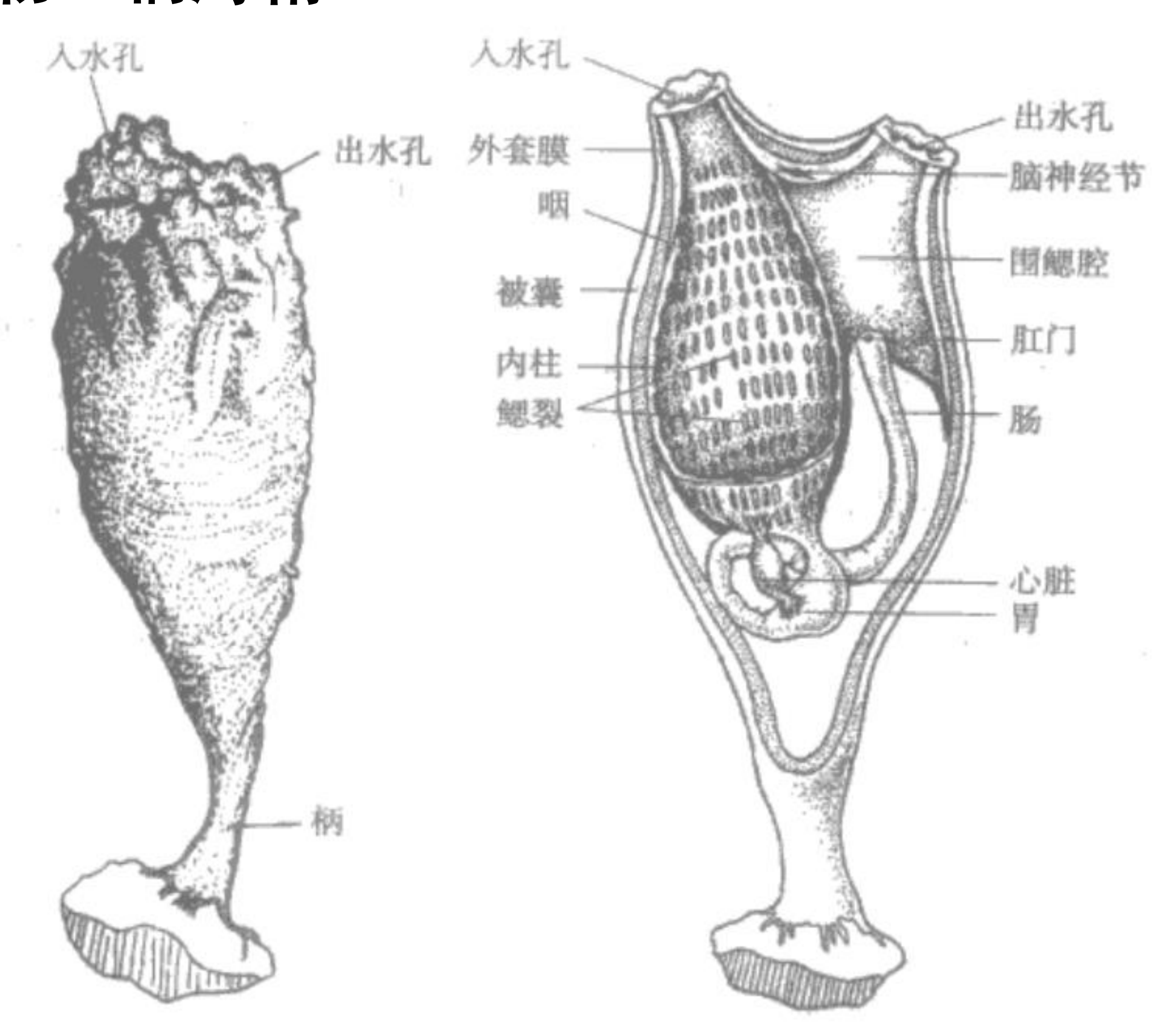


二、脊索动物门的分类

（一）尾索动物亚门——代表动物：柄海鞘

(2) 外套膜和被囊：外套膜构成海的体。外套膜由表面一层外胚层的上皮细胞和中胚层的肌肉纤维及结缔组织组成。动物体外的被囊由外套膜分泌而来。

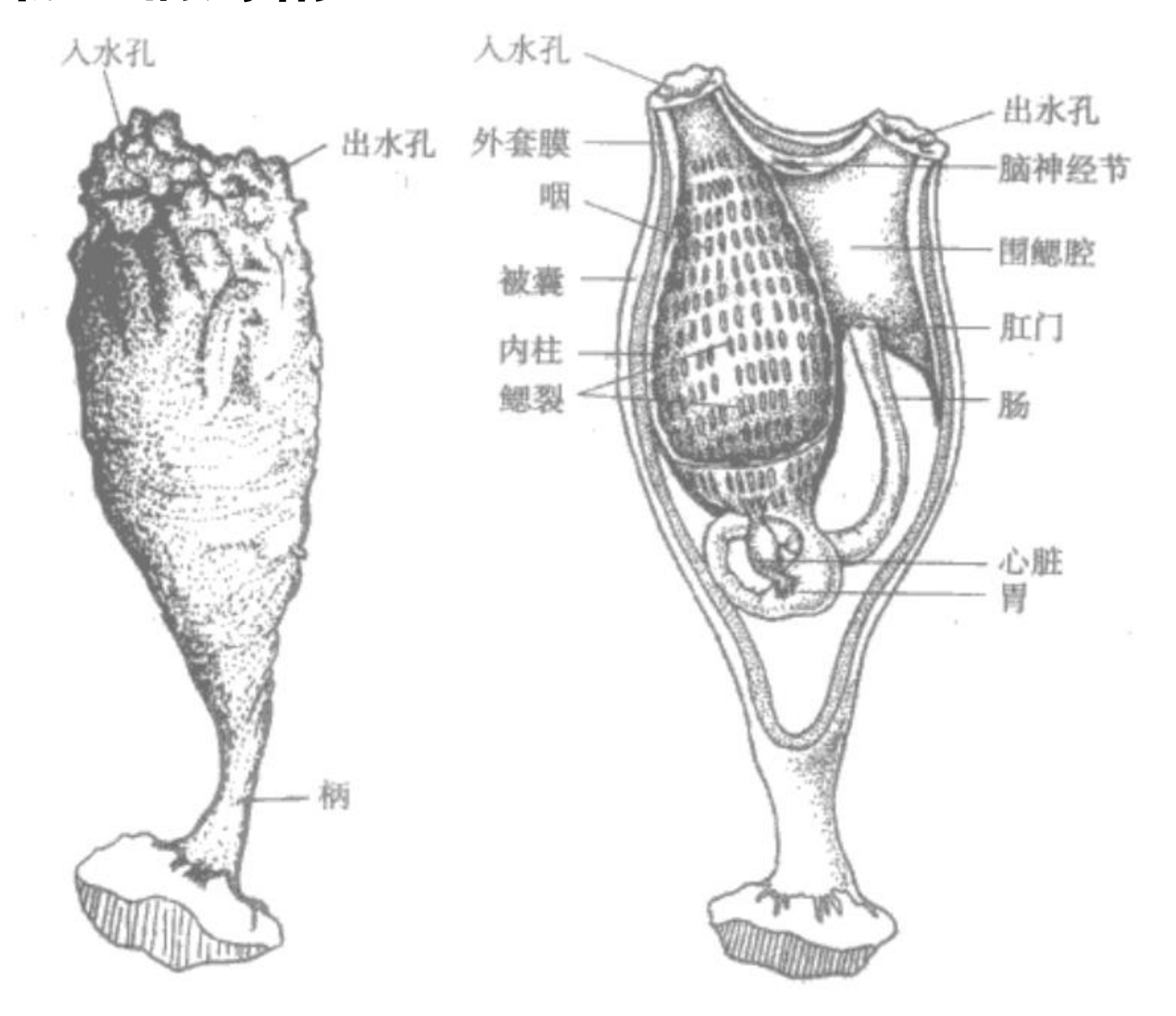
在整个动物界中具有被囊的动物仅见于尾索动物和少数原生动物。外套膜在入水孔和出水孔的边缘处与被囊汇合，并有环行括约肌控制管孔的启闭。



二、脊索动物门的分类

（一）尾索动物亚门——代表动物：柄海鞘

(3) 围鳃腔：外套膜内有围鳃腔围绕咽部(以及咽壁上的鳃裂)。宽的围腔是由身体表面陷入内部所形成的空腔，其内壁是外胚层。因其不断扩大，从而将身体前部原有的体腔逐渐挤小，最终在咽部完全消失。



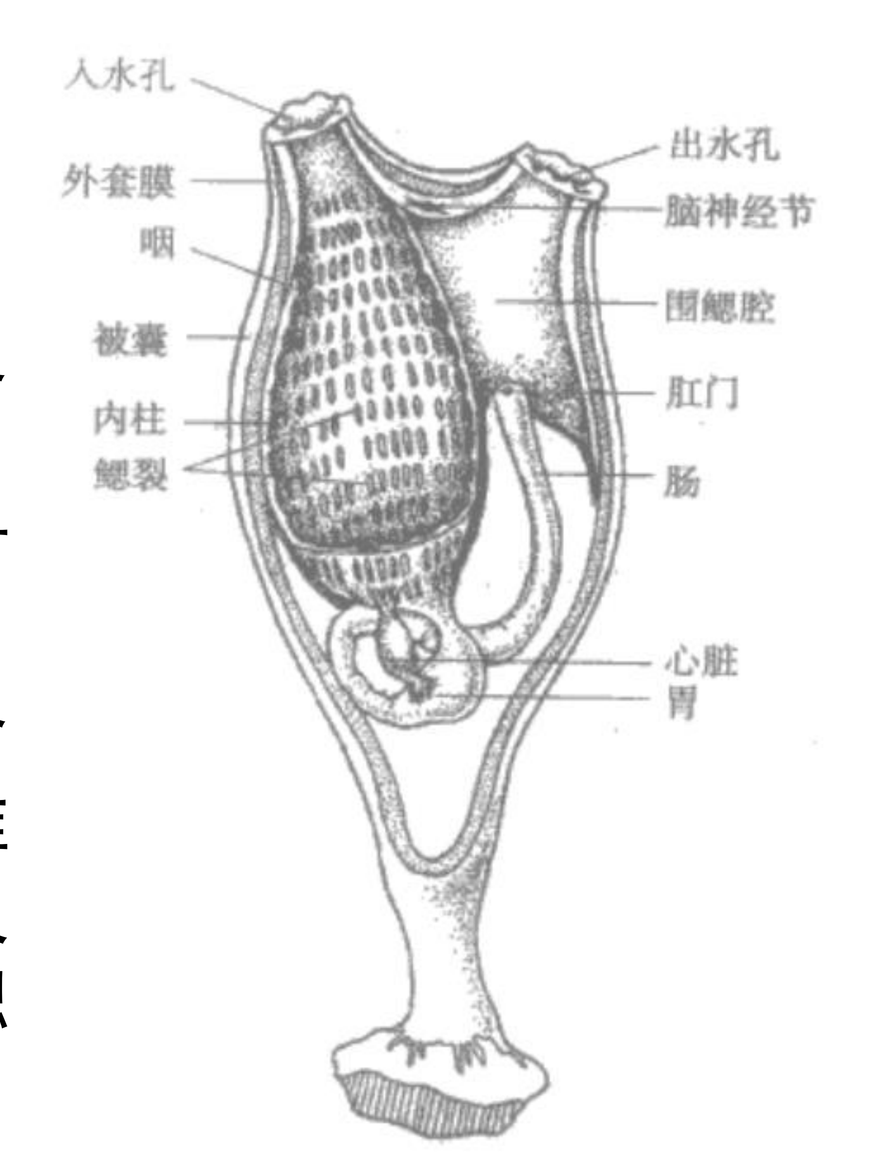
二、脊索动物门的分类

（一）尾索动物亚门——代表动物：柄海鞘

(4) 消化和呼吸：消化管括口、咽、食道、胃、肠和肛门。

咽腔的内壁生有纤毛，其背、腹侧的中央各有一沟状结构，分别称为背板或咽上沟和内柱，沟内有腺细胞和纤毛细胞。背板和内柱在咽的前端以围咽沟相连。

腺细胞分泌黏液将进人咽部的食物黏结成食物团。由于内柱纤毛的摆动，将食物团从内柱推向前行，经围咽沟、沿背板往后导人食道、胃及肠进行消化。不能消化的残渣通过肛门排人围鳃腔，随水流经出水孔排出体外。

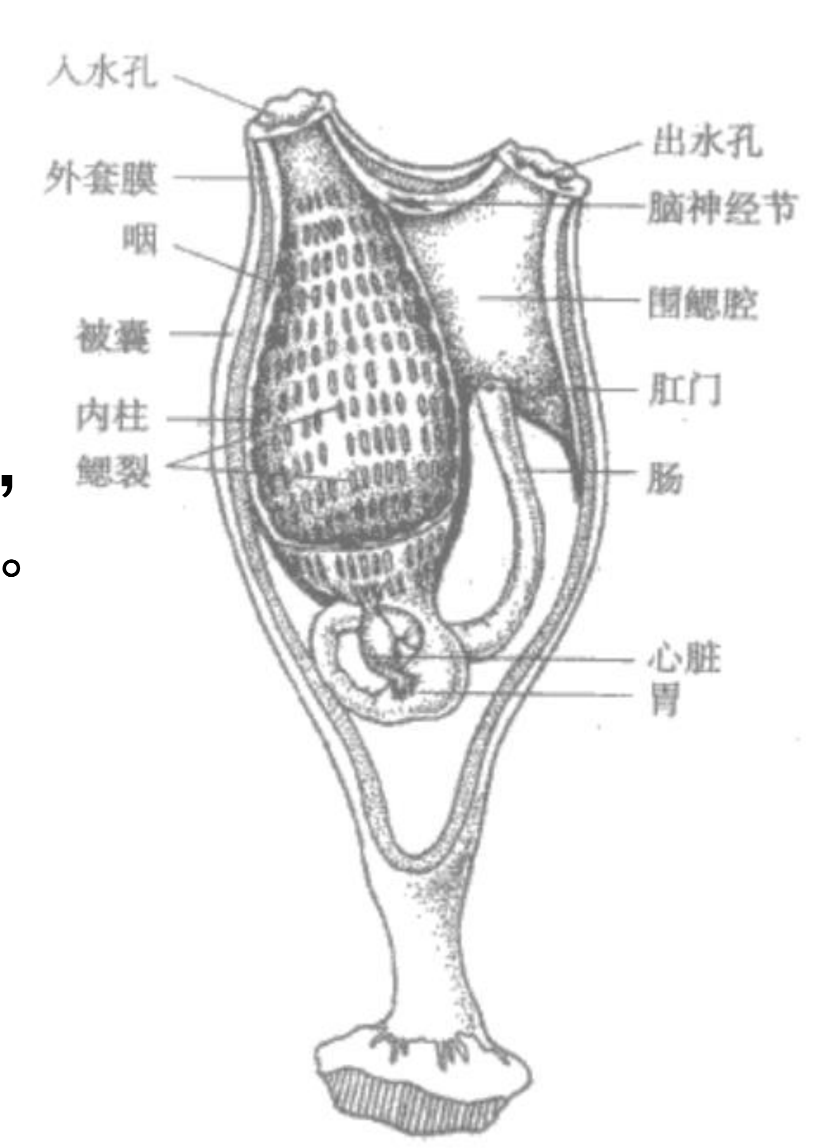


二、脊索动物门的分类

（一）尾索动物亚门——代表动物：柄海鞘

⑷ 消化和呼吸：消化管括口、咽、食道、胃、肠和肛门。

在鳃裂周围的咽壁上分布着丰富的毛细血管，当水流通过鳃裂时进行气体交换，完成呼吸作用。

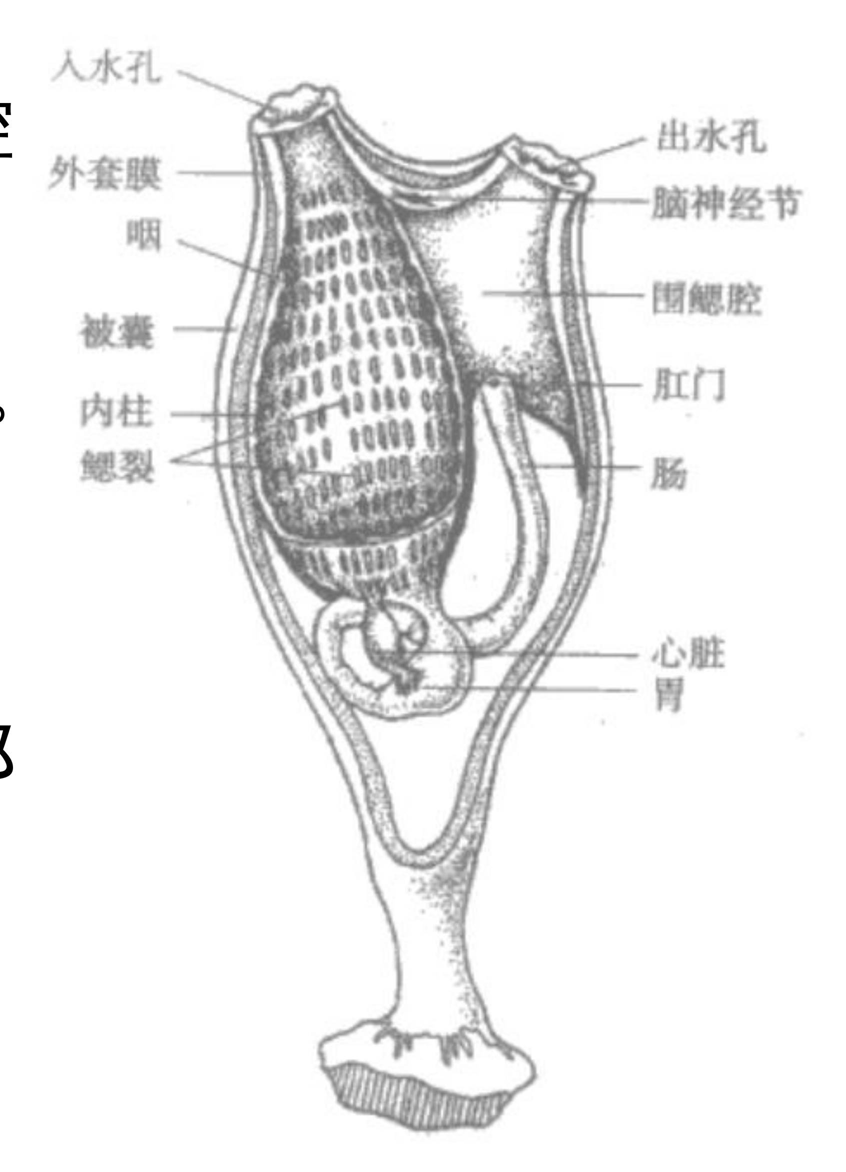


二、脊索动物门的分类

（一）尾索动物亚门——代表动物：柄海鞘

(5) 循环系统：心脏位于身体腹面靠近胃部的围心腔内，两端各发出一条血管：前端一条为鳃血管，分布到鳃裂间的咽壁上；后端一条称肠血管，分布到各内脏器官，经多次分支进入器官组织的血窦之间。

所以海鞘具有开管式的血液循环，而且还具有一种特殊的可逆式血液循环流向，即心脏收缩有周期性间歇，当它的前端连续搏动时，血液不断地由鳃血管压出至鳃部;接着心脏有短暂的停歇，容纳部的血液流回心脏，然后心脏后端开始搏动，将血液注入肠血管而分布到内脏器官的组织间隙。柄海鞘的血管无动脉和静脉之分，血液双向流动，这种血液循环方式在动物界中是绝无仅有的。

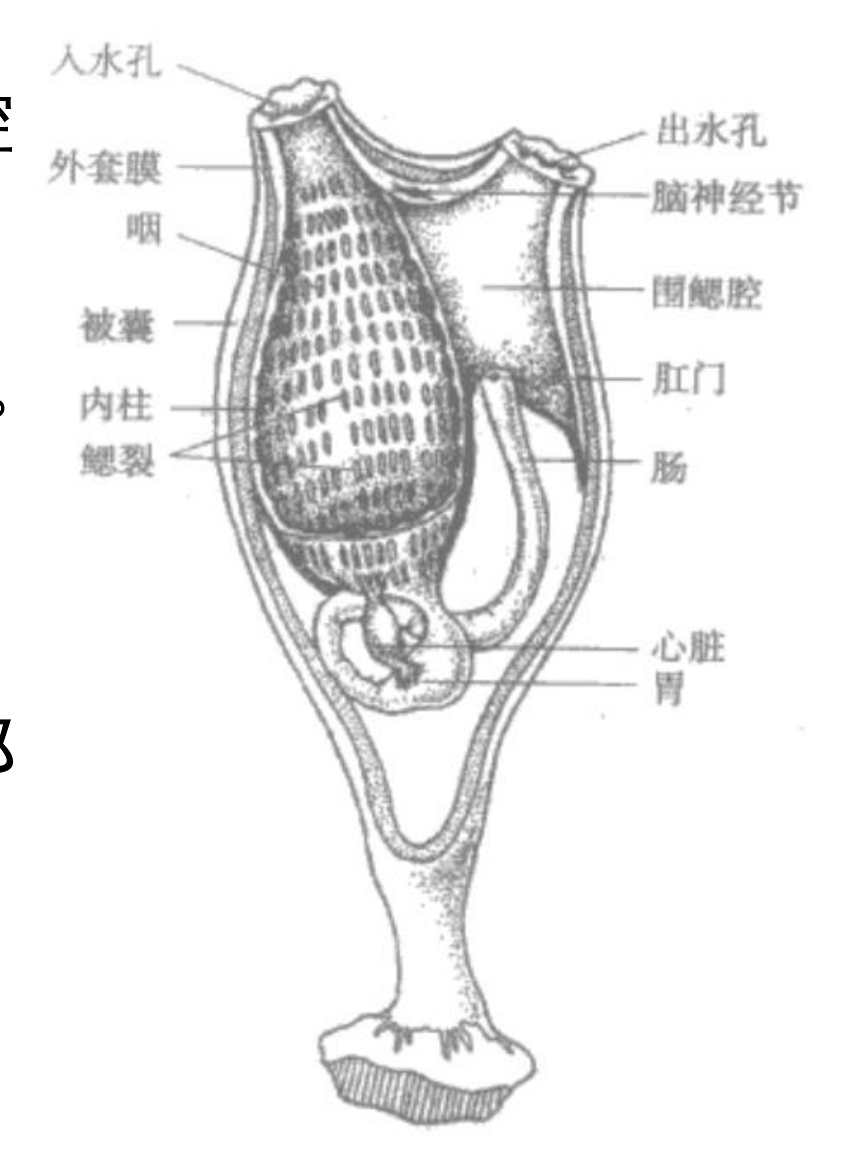


二、脊索动物门的分类

（一）尾索动物亚门——代表动物：柄海鞘

(5) 循环系统：心脏位于身体腹面靠近胃部的围心腔内，两端各发出一条血管：前端一条为鳃血管，分布到鳃裂间的咽壁上；后端一条称肠血管，分布到各内脏器官，经多次分支进入器官组织的血窦之间。

所以海鞘具有开管式的血液循环，而且还具有一种特殊的可逆式血液循环流向，即心脏收缩有周期性间歇，当它的前端连续搏动时，血液不断地由鳃血管压出至鳃部；接着心脏有短暂的停歇，容纳部的血液流回心脏，然后心脏后端开始搏动，将血液注入肠血管而分布到内脏器官的组织间隙。柄海鞘的血管无动脉和静脉之分，血液双向流动，这种血液循环方式在动物界中是绝无仅有的。

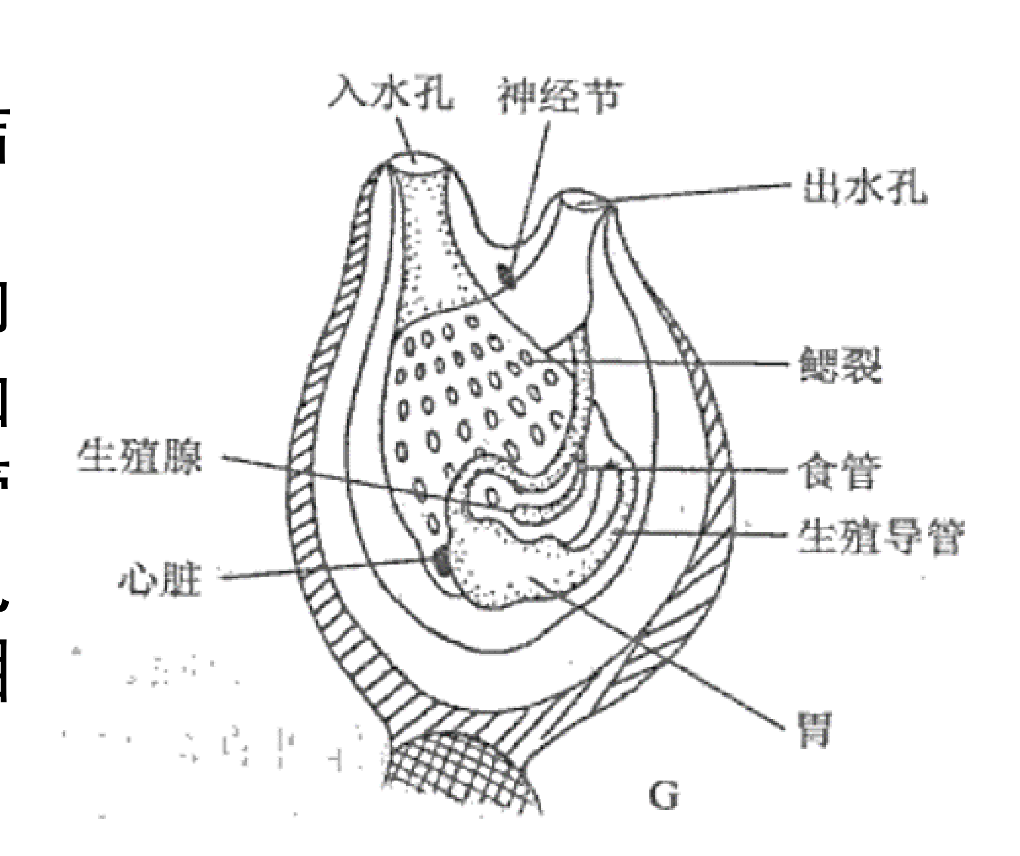


二、脊索动物门的分类

（一）尾索动物亚门——代表动物：柄海鞘

(6) 排泄和生殖：柄海在肠附近有一堆具有排泄机能的细胞，称为尿泡，其中常堆积尿酸结晶。排泄物进入围鳃腔随水流排出体外。

柄海鞘为雌雄同体，异体受精。精子和卵子不同时成熟，从而避免了自体受精。精巢和卵巢均位于外套膜内壁，两者分别以生殖导管将成熟的生殖细胞输入围鳃腔，然后经出水孔排出体外，或在围鳃腔内与异体的生殖细胞相遇受精。受精卵排出体外在海水中发育。

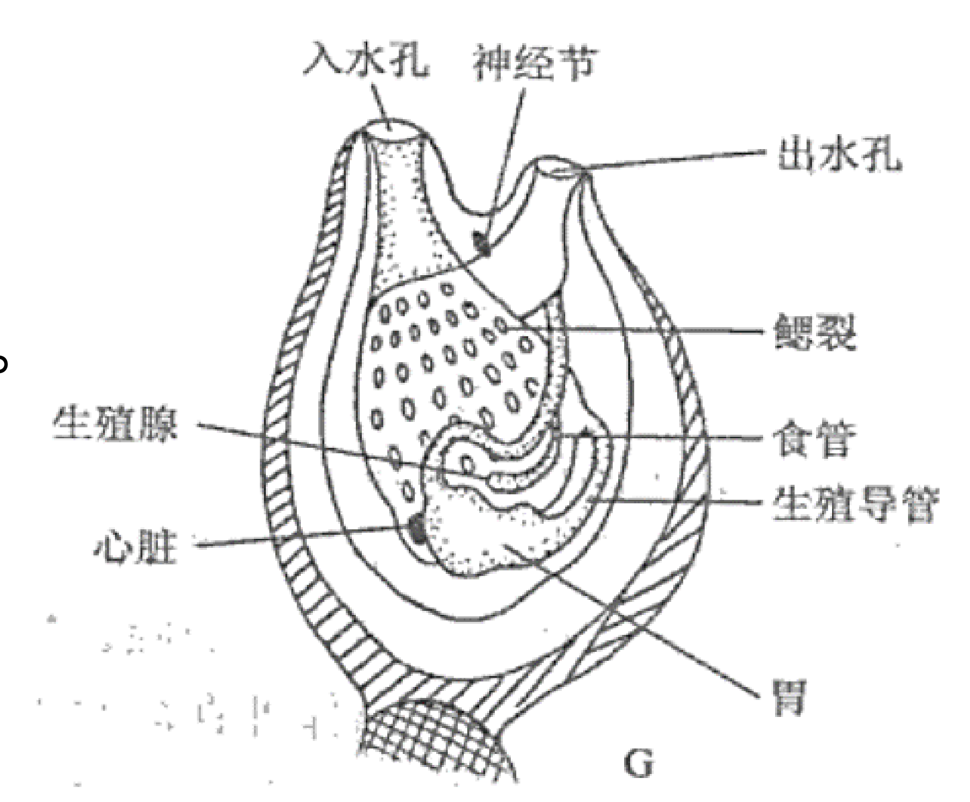


二、脊索动物门的分类

（一）尾索动物亚门——代表动物：柄海鞘

(7) 神经系统和感官：柄海鞘的成体营固着生活，神经系统和感觉器官都很退化。神经中枢只是一个神经节，位于入水孔和出水孔之间的外套膜上，由此分出若干神经分支到身体各部。

没有集中的感觉，但在触手、缘膜、外套膜、入水孔和出水孔等处有散在的感觉细胞。神经节腹面有一无色透明而略为膨大的腺体，其功能还不清楚，但就位置来看可能与脊椎动物的脑下垂体有同源关系。

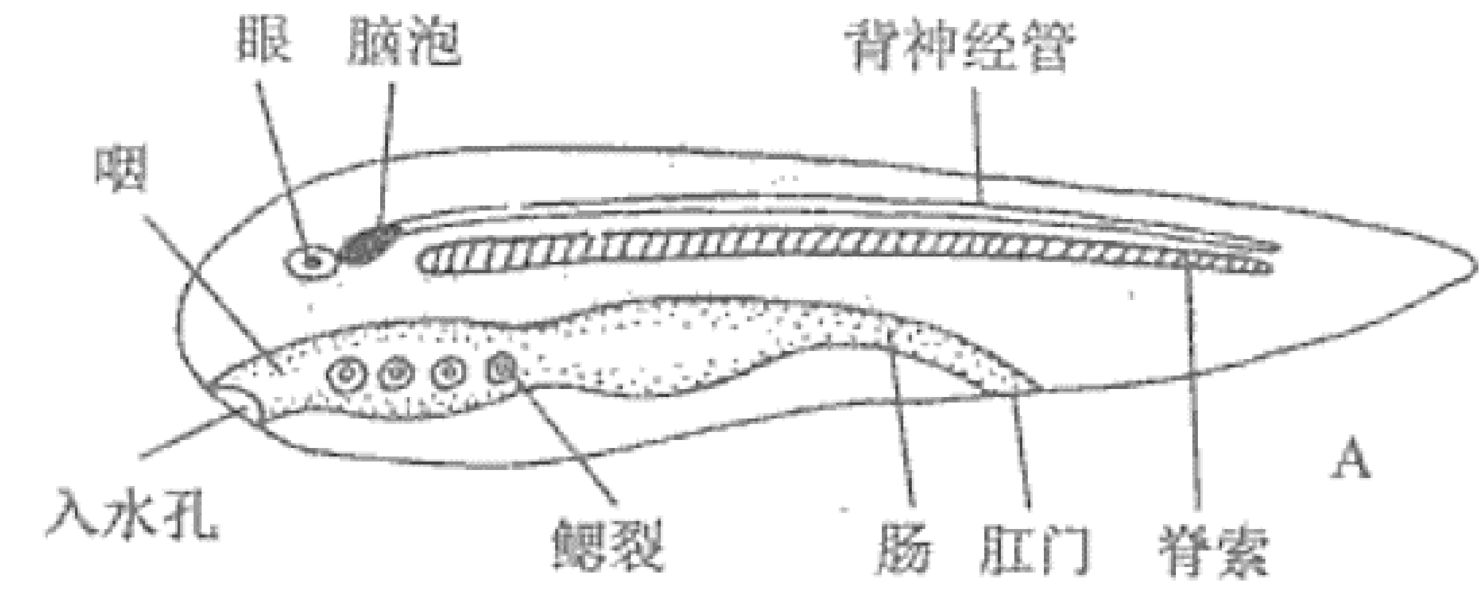


二、脊索动物门的分类

（一）尾索动物亚门——代表动物：柄海鞘

2、幼体及变态

（1）**幼体**形似蝌蚪，自由游泳，长1-5mm，尾内有发达的脊索，脊索背方有中空的背神经管，神经管的前端甚至还膨大成脑泡;具有眼点和平衡器官等。消化管包括口、咽、内柱、肠和肛门，咽壁上有少量成对的鳃裂。心脏位于身体腹侧。



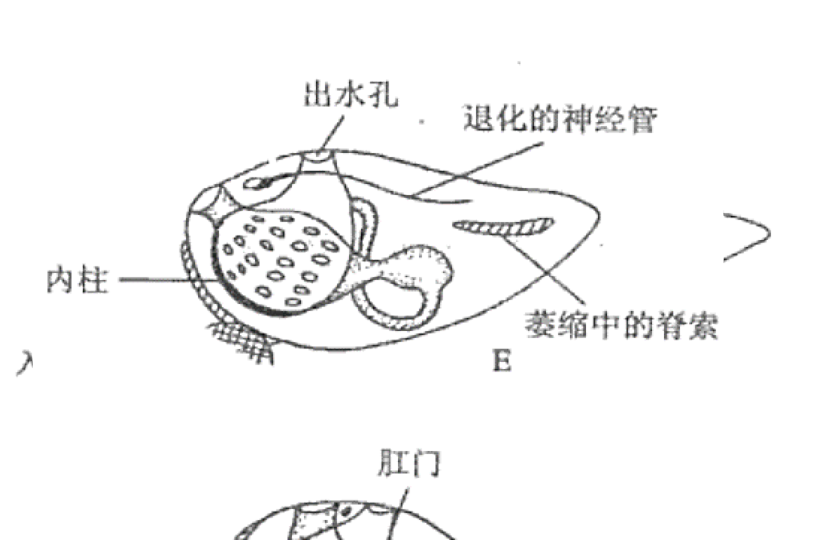
二、脊索动物门的分类

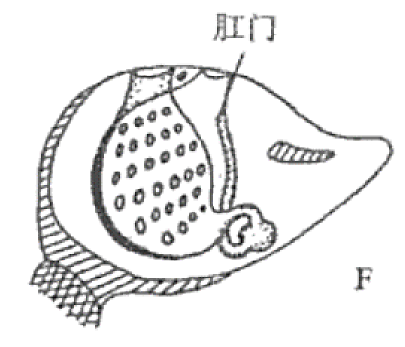
（一）尾索动物亚门——代表动物：柄海鞘

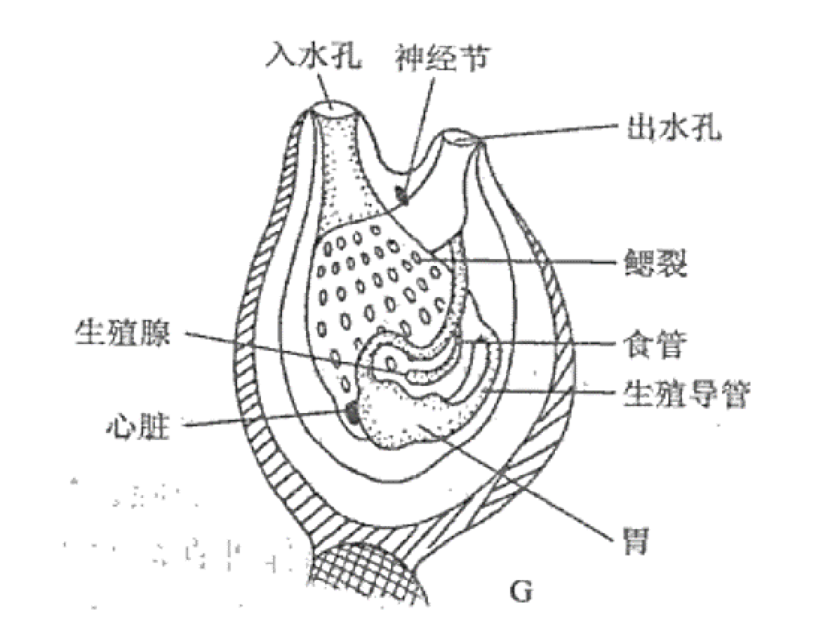
2、幼体及变态

（2）**变态**：幼体的尾连同内部的脊索和尾肌逐渐被吸收而消失，神经管退化而残存为一个神经节，感觉器官消失。与此相反，咽部却大为扩张，鳃裂数目急剧增多，同时形成围绕咽部的围鳃腔；附着突被海鞘的柄所替代:附着突背面生长迅速，把水管口孔的位置推移到另一端背部，于是造成内部器官的位置也随之转动了90°-180°。随后由体壁分泌形成被囊，变为营固着生活的柄海鞘。

柄海鞘经过变态，失去了一些重要的构造，形体变得更为简单，柄海鞘成体的形态结构与典型的脊索动物有很大差异，这种变态称为逆行变态。





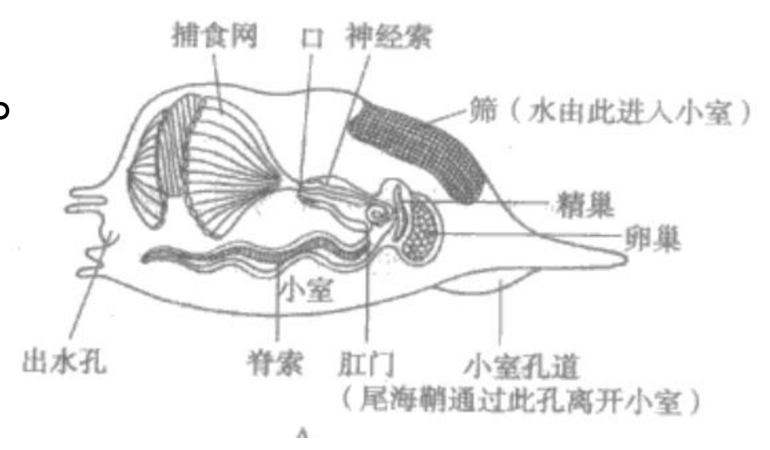


二、脊索动物门的分类

（一）尾索动物亚门——分类

1、尾海鞘纲

尾海鞘纲是尾索动物中最原始的类型，有60余种。体长不超过5mm，体外无被囊，缺乏围鳃腔，只有一对直接开口体外的鳃裂。终生保留带尾的幼体状态。营自由游泳生活，生长发育过程中无逆行变态。代表动物为住囊虫和尾海鞘。



住囊虫包藏在由皮肤分泌的透明胶质囊内，有入水孔和出水孔，住虫在囊中借助尾巴摆动而进入水流，并使囊中的水由出水孔排出，推动动物体前进，同时通过虫体口外特有的网筛，从流水中滤取微小的浮游生物作为食物。每隔数小时，住囊的出、入水孔被堵塞。此时住囊虫就激烈摆动长尾，破囊冲出至海中，并在很短的时间里再形成新的住囊。



二、脊索动物门的分类

（一）尾索动物亚门——分类

2、海鞘纲

海鞘是尾索动物亚门中最主要的类群，占全部种数的90%以上，有1250多种。单体或群体，附着于水下物体营固着生活。单体种类最大体长可达200mm，群体全长可超过0.5m。群体种类除有性生殖外也营无性的出芽生殖，出芽生殖后的个体都以柄与母体相连成为群体，以各自的入水孔进水，有共同的出水孔。群体种类具各自的或公共的被囊。代表种类有柄海鞘、菊花海鞘、玻璃海鞘等。

入水孔

出水孔

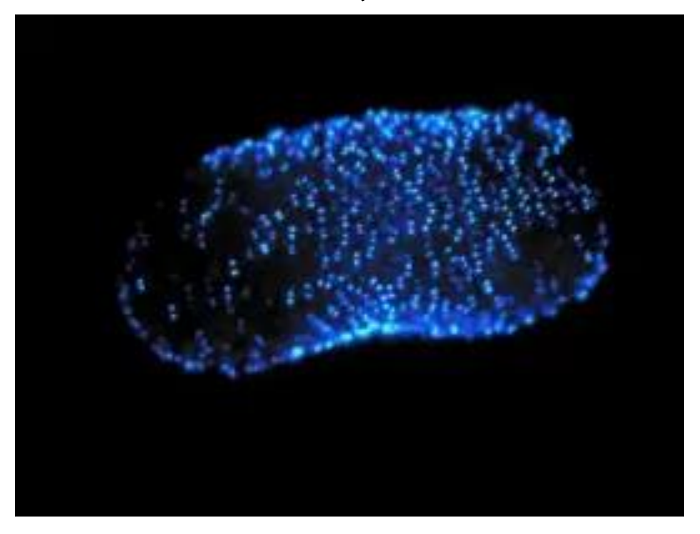
二、脊索动物门的分类

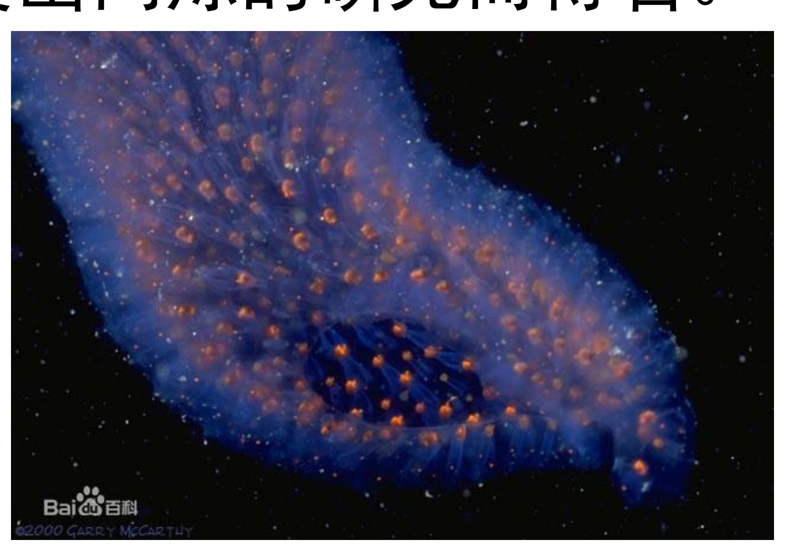
（一）尾索动物亚门——分类

3、樽海鞘纲

本纲约有65种，大多营自由漂浮生活，体呈桶形或樽形，咽壁有两个或更多的鳃裂。成体无尾、无脊索。入水孔和出水孔分别位于身体的前后端。被囊薄而透明，囊外有环状排列的肌肉带。肌肉带自前往后依次收缩时，流入体内的水流即可通过出水孔排出，以此推动身体前进，在此过程中完成摄食和呼吸作用。繁殖方式是有性与无性的世代交替。代表动物有樽海鞘、磷海鞘等。后者因其口孔内缘有磷光器，漂浮时能发出闪烁的磷光而得名。







二、脊索动物门的分类

（二）头索动物亚门

头索动物终生具有发达脊索、背神经管、咽鳃裂以及肛后尾等典型脊索动物特征，在原索动物中较为进化。其脊索纵贯全身并延伸到神经管的前方，故称头索动物。无真正的脑和头部，又称为无头类。本亚门仅一纲一科，即头索纲、鳃口科，约25种分为文昌鱼和偏文昌鱼两个属。偏文昌鱼体长明显小于文昌鱼属，生殖腺仅存在于身体右侧，不对称。头索动物分布很广，遍及热带和温带的浅海海域。



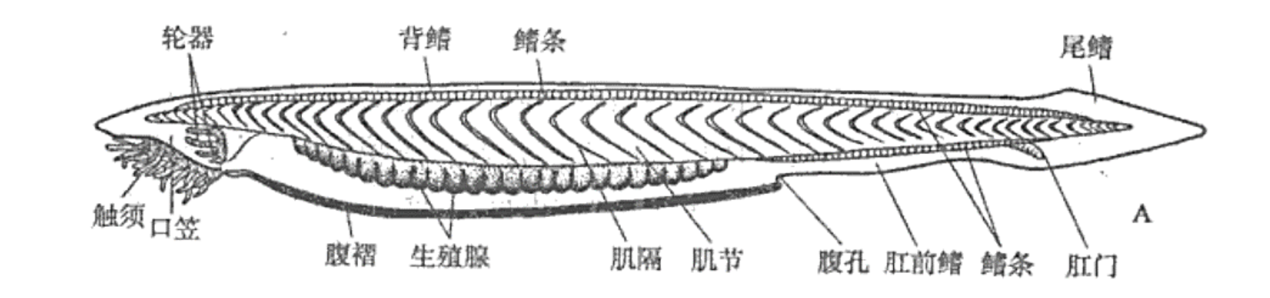
文昌鱼喜栖于浅海水质清澈的沙滩上，平时很少活动，常把身体半埋于沙中，前端露出沙外，或者左侧贴卧沙面，借水流携带砂藻等浮游生物进入口内。夜间较为活跃，凭藉体侧肌节的交错收缩左右摆动，可短暂地游动。寿命为2年8 个月左右。57月为生殖季节，生中可繁殖3 次。

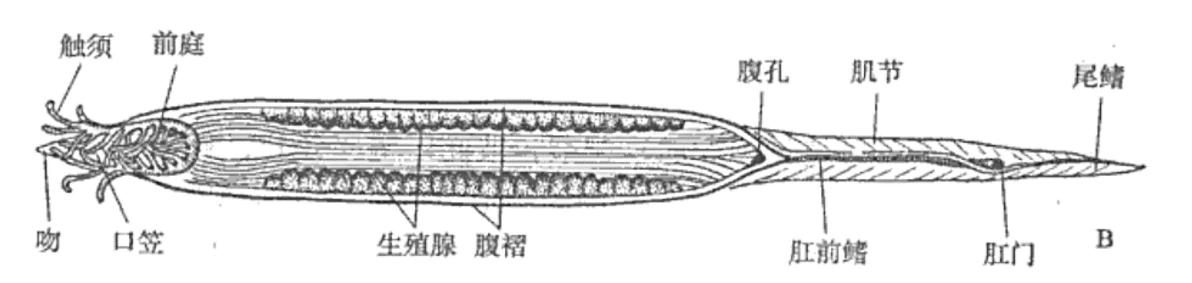
二、脊索动物门的分类

（二）头索动物亚门——文昌鱼

1、成体形态结构

(1)外形与皮肤：体形略似小鱼，无明显的头部，左右侧扁，半透明，可隐约见到皮下的肌节和腹侧块状的生殖腺。一般体长约





二、脊索动物门的分类

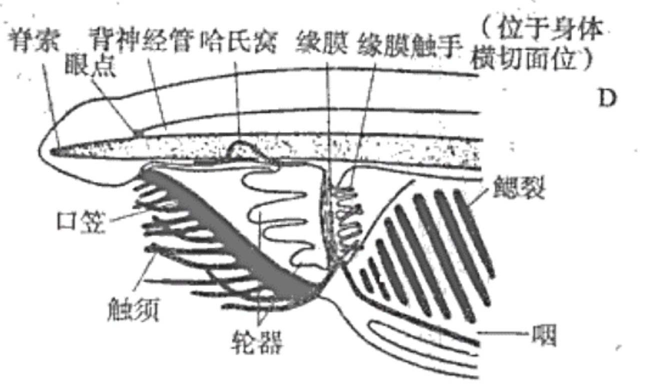
（二）头索动物亚门——文昌鱼

1、成体形态结构

(1)外形与皮肤：身体前端的腹面有漏斗状的口，其边缘环生口触须，上有感觉细胞。口笠触须能阻止大型沙粒进人口内，允许小微生物进人。口笠内的空腔为前庭。

皮肤薄而半透明，有表皮和真皮。表皮由外胚层的单层柱状上皮细胞构成，真皮为一薄层胶冻状结缔组织，表皮外覆有一层角皮层。

触须 口笠 缘膜 鳃裂 鳃棒 肝盲囊 腹孔 肛门



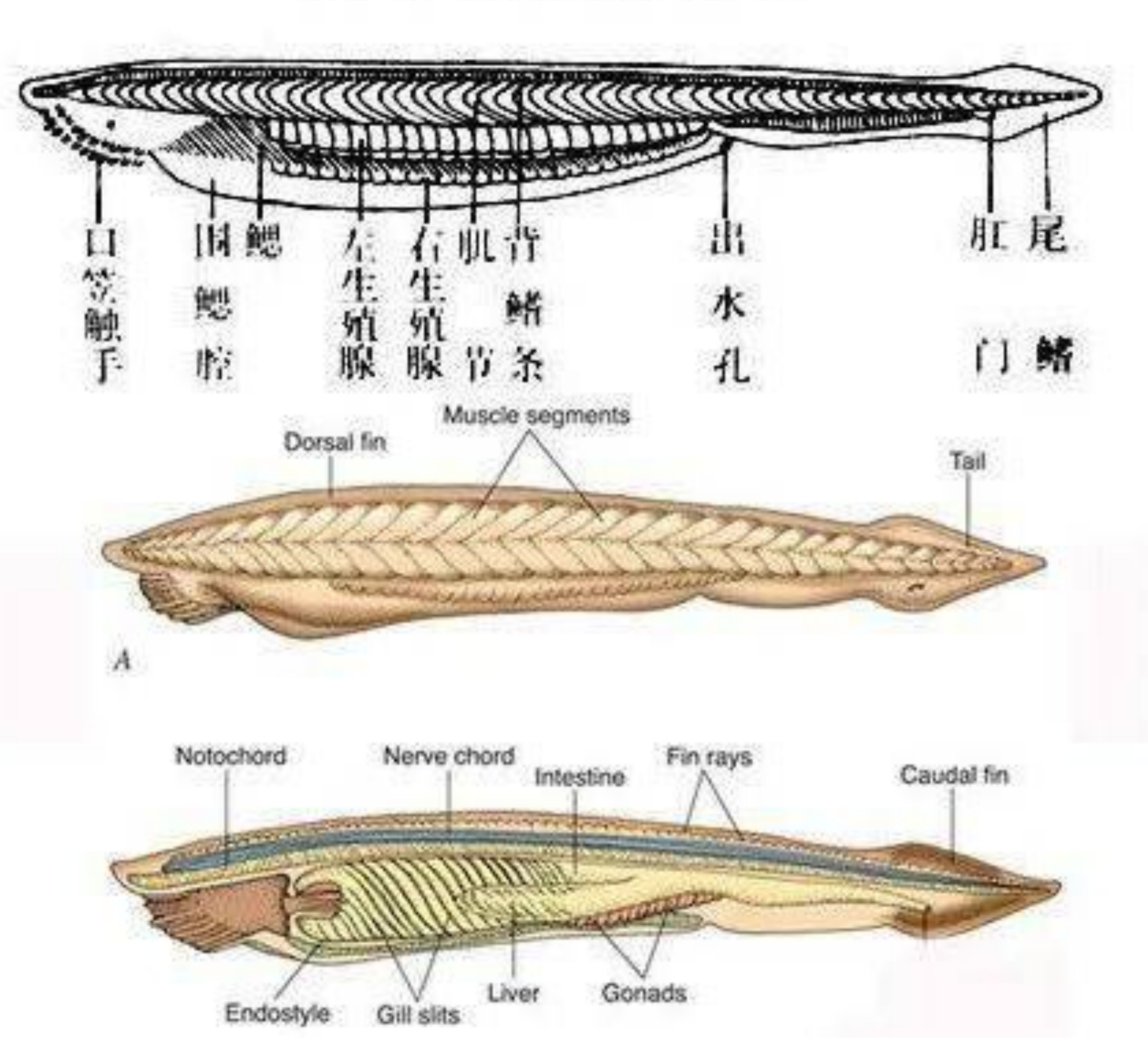
二、脊索动物门的分类

（二）头索动物亚门——文昌鱼

1、成体形态结构

(2)骨骼与肌肉：文昌鱼主要是以纵贯全身的脊索作为支持结构。脊索外围有脊索鞘，并与背神经管的外膜、肌节之间的肌隔、皮下结缔组织等连续。

脊索细胞呈扁盘状，超微结构显示与双壳类软体动物的肌细胞相似，收缩时可增加索的硬度。此外，在口笠、缘膜触手、轮器内部有类似软骨的结构支持；奇鳍内的条鳍和鳃裂之间的鳃棒由结织支持。

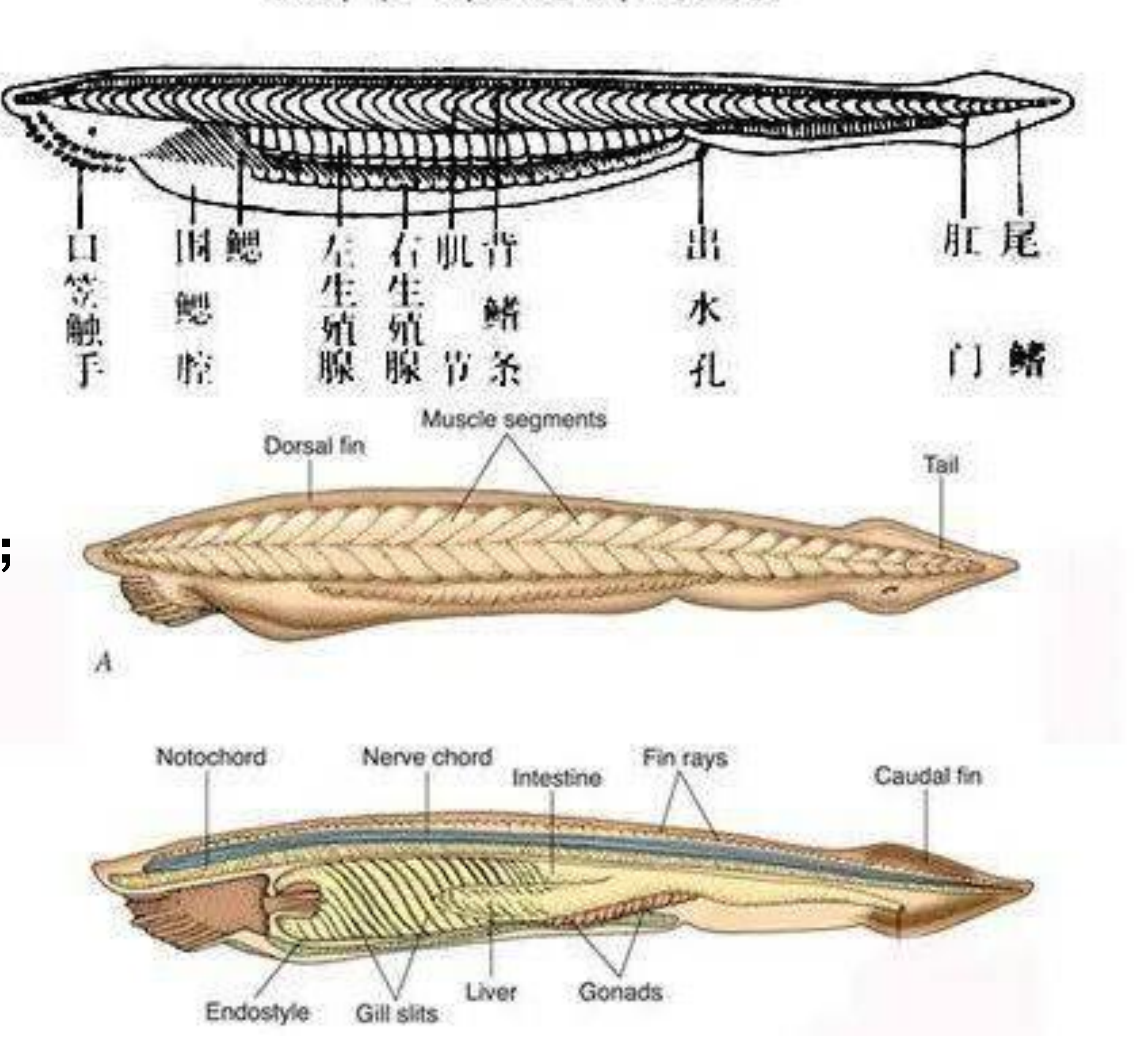


二、脊索动物门的分类

（二）头索动物亚门——文昌鱼

1、成体形态结构

(2)骨骼与肌肉：文昌鱼背部的肌肉厚实，而腹部比较单薄，与无脊椎动物周身体壁肌肉均匀分布不同。全身肌肉主要是60多对按体节排列于体侧的“<”字形肌节，尖端朝前；肌节之间被结缔组织的肌隔所分开。两侧的肌节交错排列互不对称有利于文鱼躯体摆动。此外，在围鳃腔腹部有属于平滑肌的横肌，收缩时可使围鳃腔缩小，以控制排水;口缘膜上有括约肌控制口的大小。



二、脊索动物门的分类

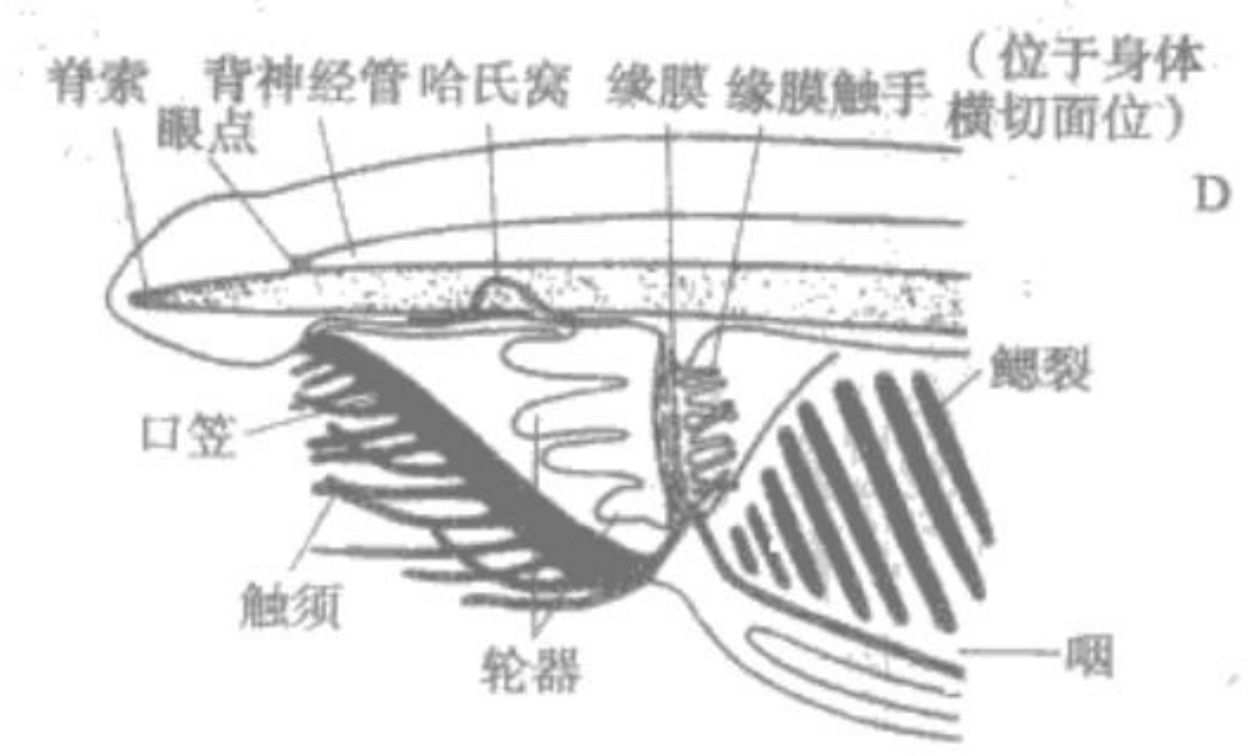
（二）头索动物亚门——文昌鱼

1、成体形态结构

(3)消化和呼吸：文昌鱼为被动取食。口位于一环形缘膜的中央，缘膜的周围环生缘膜触手，阻止沙粒入口。前庭内壁有由纤毛构成的指状突起，称为轮器，可搅动水流进人口内。

触手和轮器可保证足够的水流携带食物进入口内，而泥沙则被阻隔在口外。

水流经口人咽，食物被滤下留在咽内，而水则通过咽壁的鳃裂至围鳃腔，然后由腹孔排出体外。



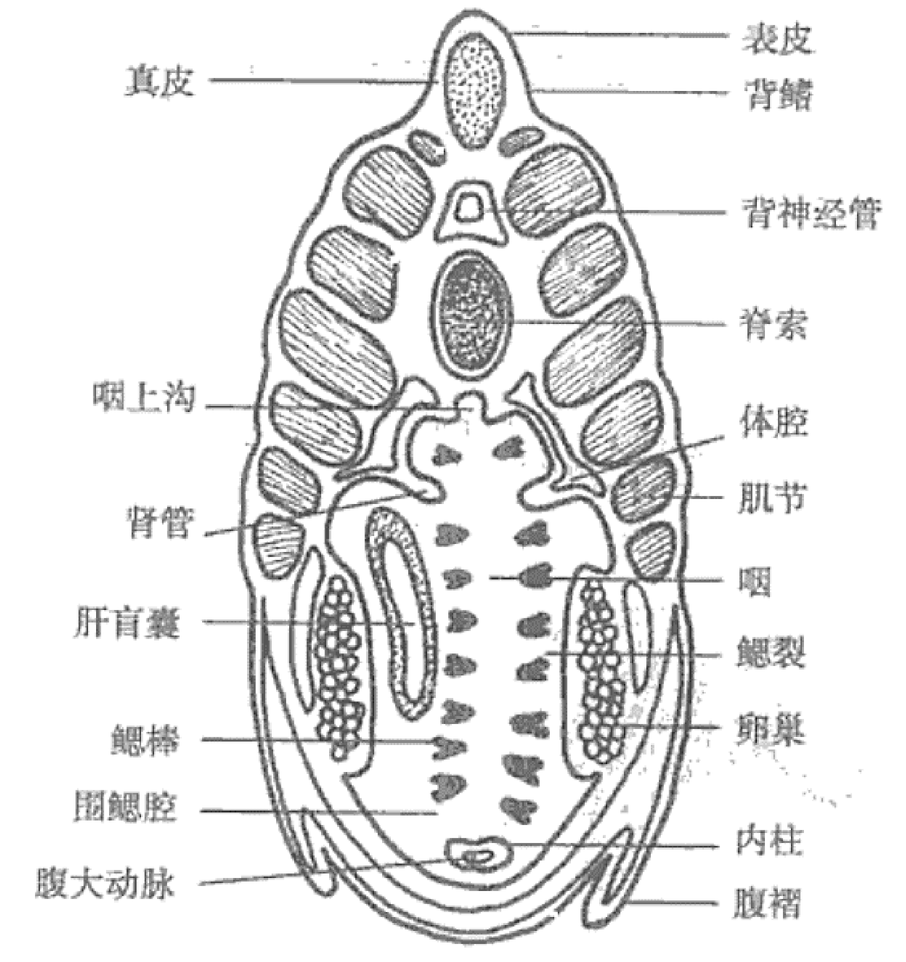


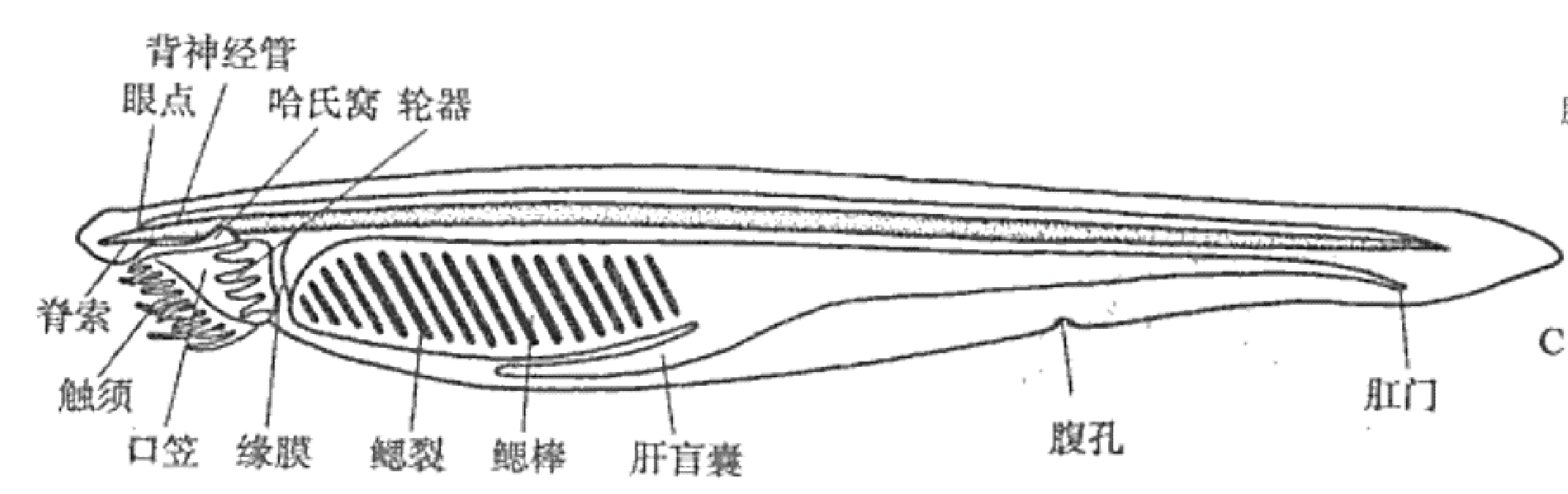
二、脊索动物门的分类

（二）头索动物亚门——文昌鱼

1、成体形态结构

(3)消化和呼吸：咽部极度扩大，几乎占据身体全长的 1/2。咽腔内具有内柱、咽上沟和围咽沟等。咽内的食物微粒被内柱细胞的分泌物黏结成团，再由纤毛运动使它经围咽沟转到咽上沟，后进入肠内。





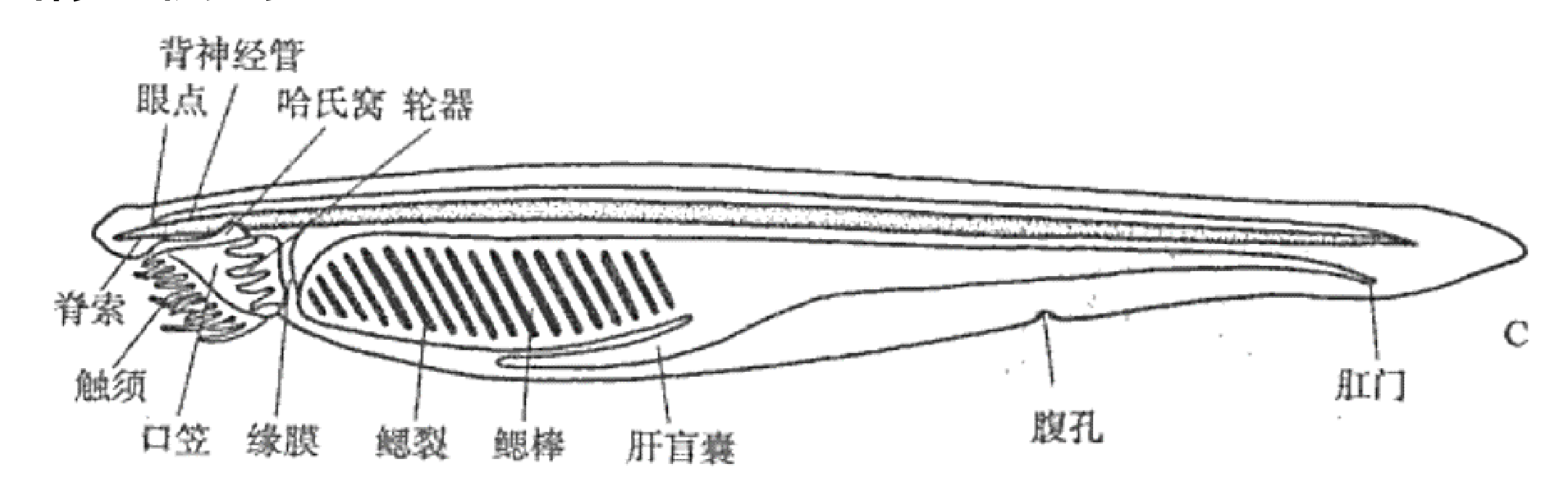
内柱细胞有富集碘的作用，在系统发生上是甲状腺的前驱，属同源关系。

二、脊索动物门的分类

（二）头索动物亚门——文昌鱼

1、成体形态结构

(3)消化和呼吸：肠为一直管，在肠管起始处向前伸出一个中空盲囊，突入咽的右侧，称为肝盲囊，能分泌消化液，可能与脊椎动物的肝为同源器官。食物在肝盲囊后部的肠管中进一步进行消化和吸收。肝盲囊内有一回结环，混合消化液的食物团在这里被它剧烈搅动，可使消化更彻底。肠的末端开口于偏向身体稍左侧的肛门。

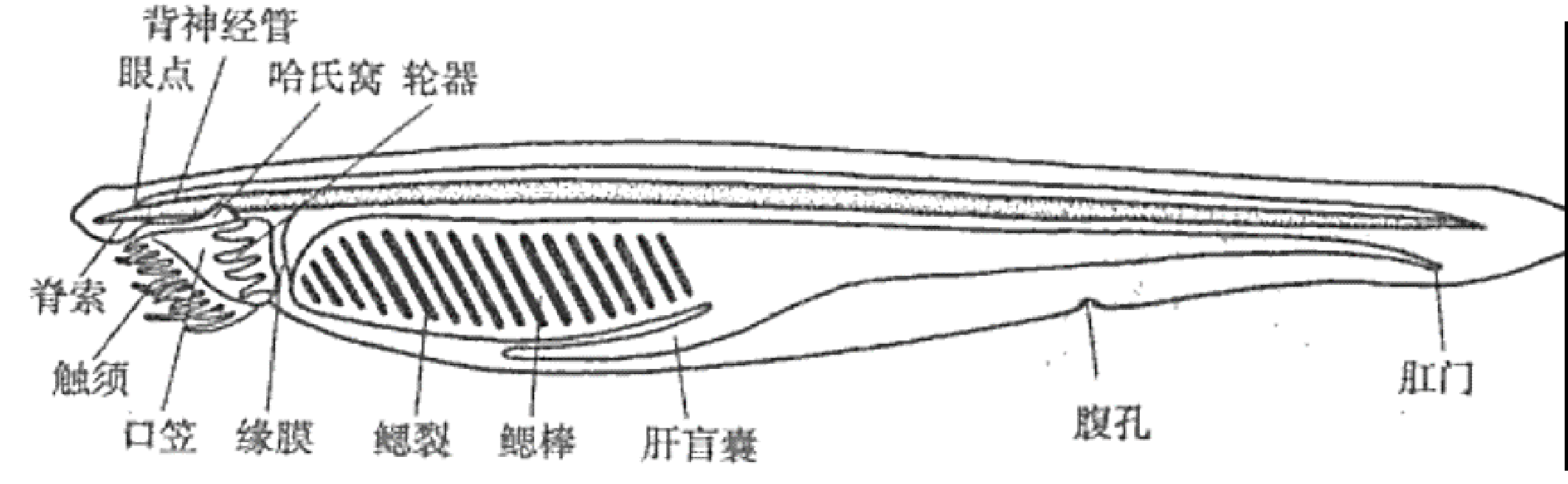


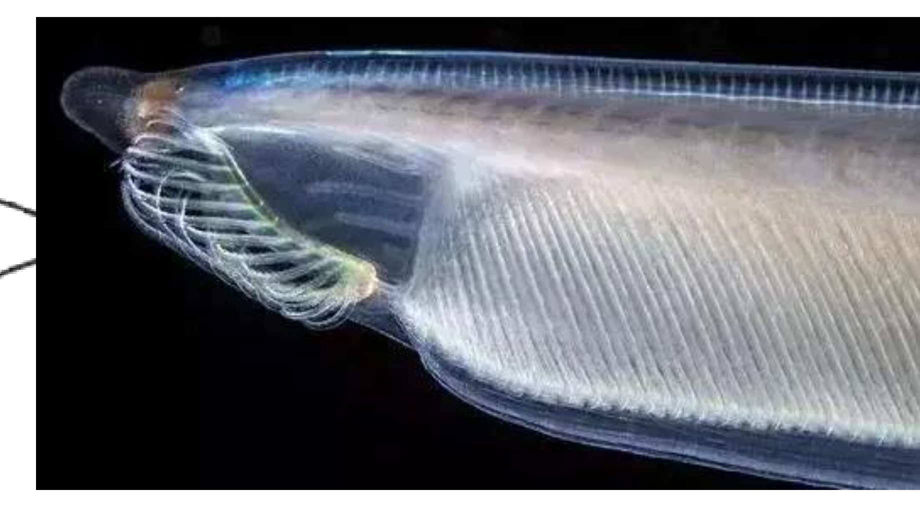
二、脊索动物门的分类

（二）头索动物亚门——文昌鱼

1、成体形态结构

(3)消化和呼吸：咽壁两侧有7-180多对(随年龄增加)，彼次以鳃棒分开，上布有大量毛细血管。文昌鱼幼体的鳃裂直接开口于体表，待围腔形成后则开口围鳃腔中，以腹孔与外界相通。水流进入口和咽时，通过鳃裂，与血管内的血液进行气体交换，最后，再由围鳃腔经腹孔排出体外。文昌鱼纤薄皮肤下的淋巴窦可能也具有直接从水中摄取氧气的能力。



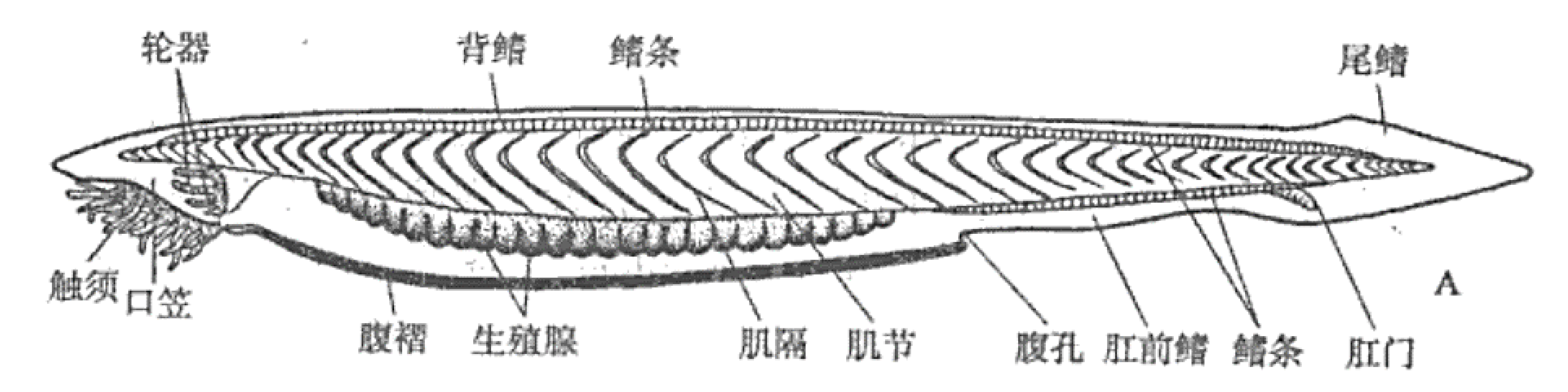


二、脊索动物门的分类

（二）头索动物亚门——文昌鱼

1、成体形态结构

(4) 循环系统：文昌鱼的血液无色，也没有血细胞，氧气靠渗透进入血液。其循环系统属于闭管式，即血液完全在血管内流动。血液在体内的流动方向是脊椎动物式的：在腹面由后向前，在背面由前向后；相当于心脏的血管位于消化管腹面。

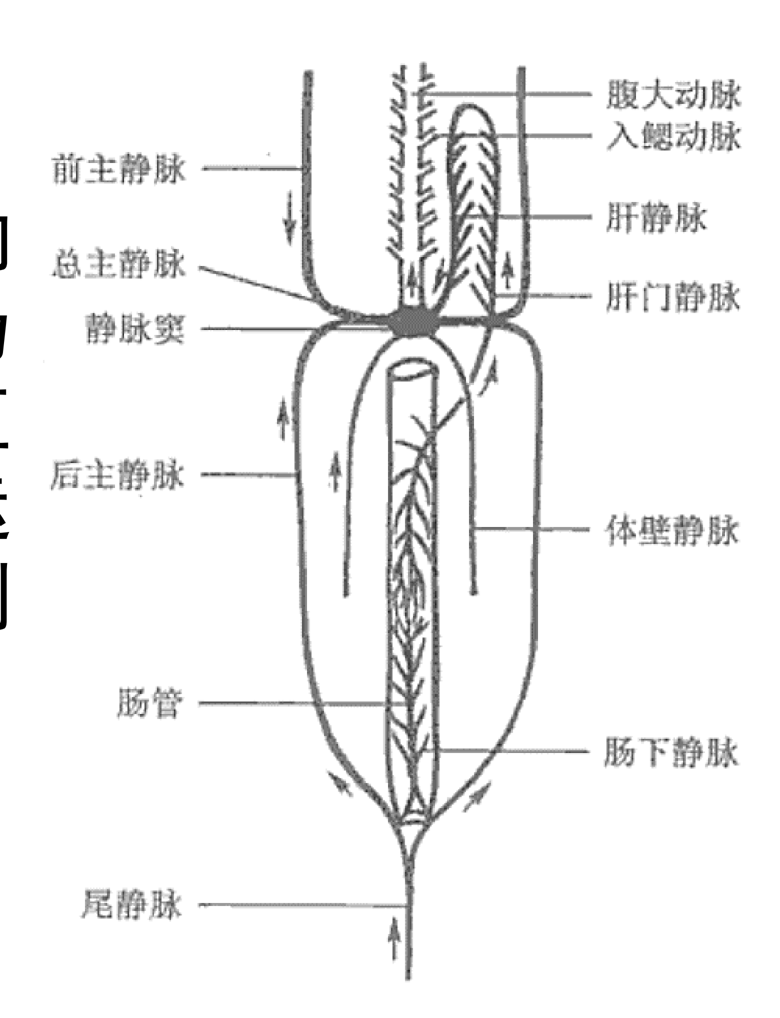


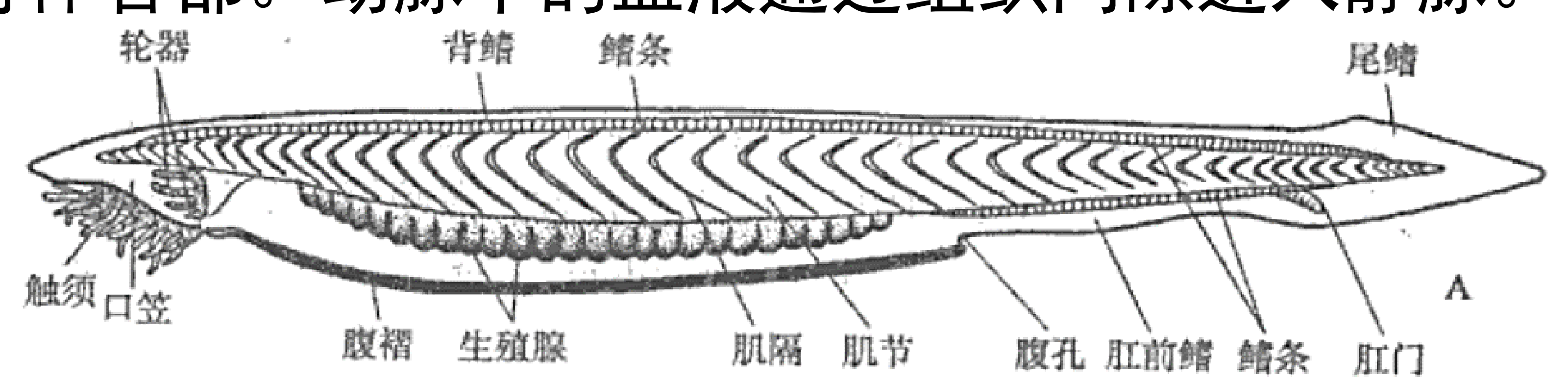
二、脊索动物门的分类

（二）头索动物亚门——文昌鱼

1、成体形态结构

(4) 循环系统：无心脏，位于消化腹面的腹大动脉和每一个动脉基部具搏动能力，称为鳃心。腹大动脉向两侧分出许多成对的鳃动脉进人间隔，动脉不再分为毛细血管，它在完成气体交换作用后，在鳃裂背部汇人两条背动脉根。左、右背动脉根向前为身体前端运送血液，向后汇合成一条背大动脉并由此分出血管到身体各部。动脉中的血液通过组织间隙进入静脉。



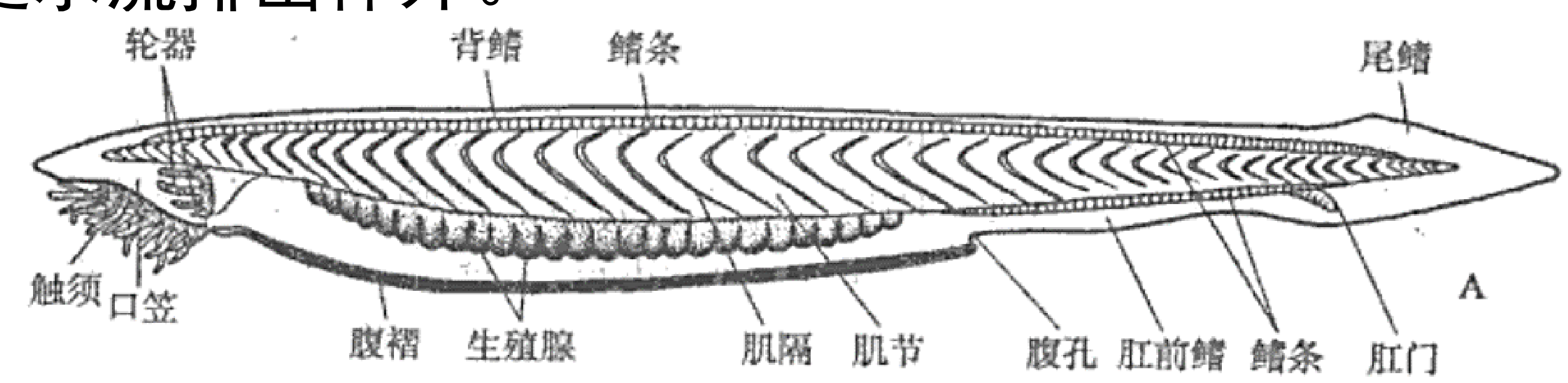


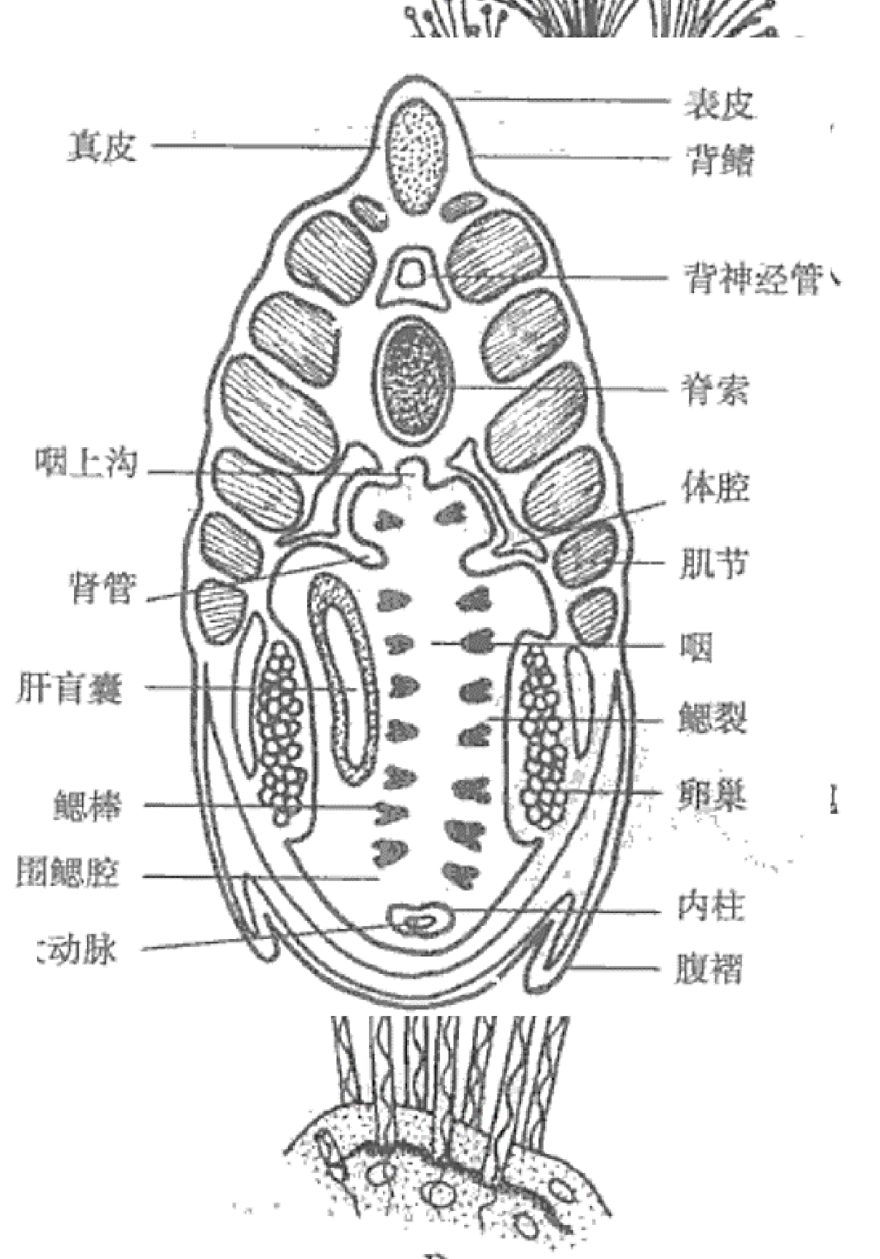
二、脊索动物门的分类

（二）头索动物亚门——文昌鱼

1、成体形态结构

(5)排泄和生殖：排泄器官由90-100对按体节排列
组成，位于咽壁背方的两侧。每个肾管是一短而
小管，一端借肾孔开口于围腔，另一端连接着 5-
细胞。管细胞来源于体腔上皮细胞，其远端呈盲
紧贴体腔，内有一长鞭毛。代谢废物通过体腔液
入管细胞，经鞭毛的摆动到达肾管，再由肾孔送
随水流排出体外。



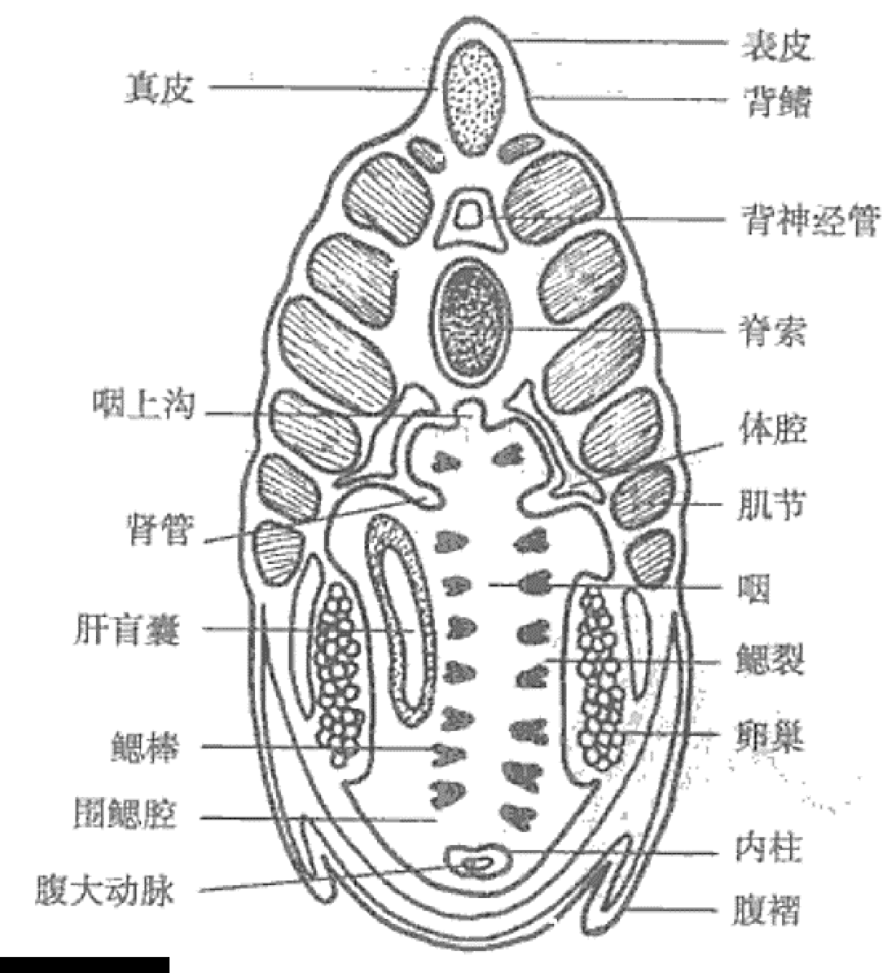


二、脊索动物门的分类

（二）头索动物亚门——文昌鱼

1、成体形态结构

(5)排泄和生殖：文昌鱼雌雄异体。生殖腺26对，按体节排列于围鳃腔壁两侧的体腔内，性成熟时精巢为白色，卵巢呈现淡黄色。成熟的精子和卵子都是通过生殖腺壁的破口释出，穿过体腔壁坠入围鳃腔，再随同水流由腹孔排出，在海水中完成受精作用。



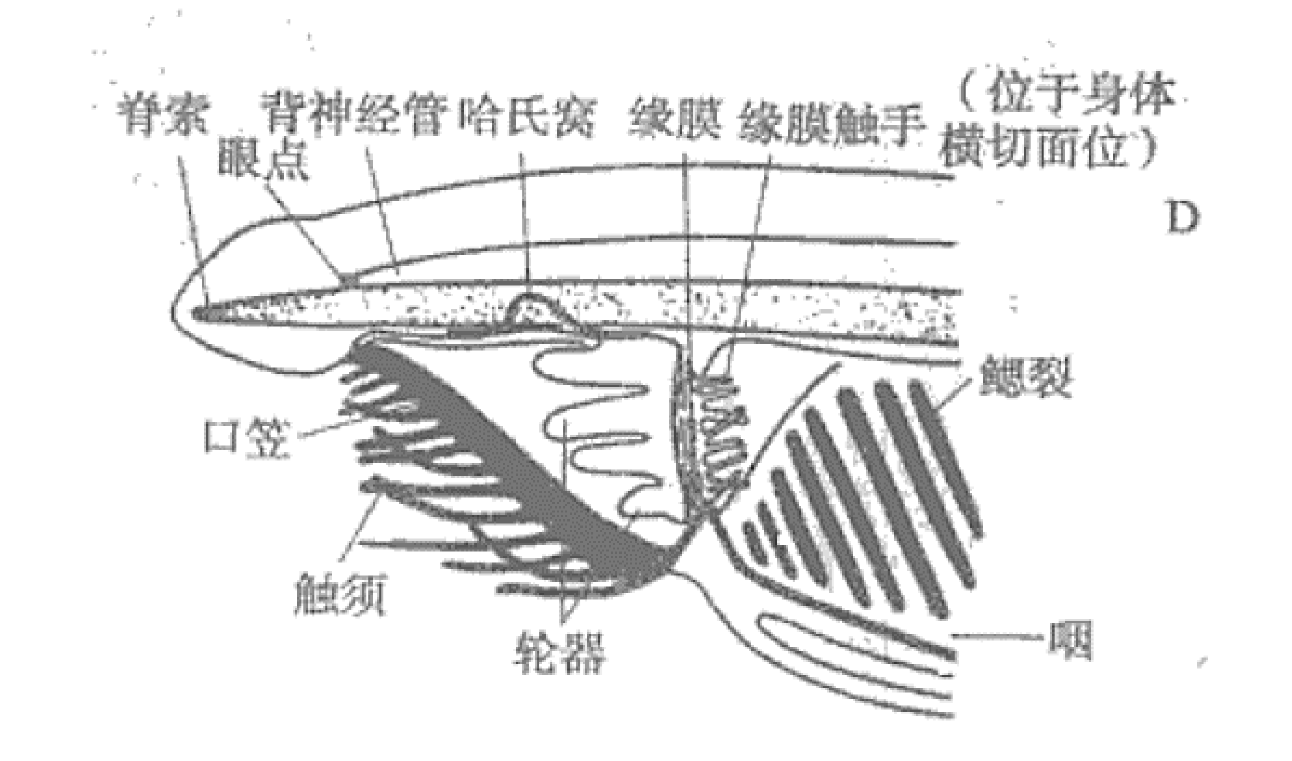


二、脊索动物门的分类

（二）头索动物亚门——文昌鱼

1、成体形态结构

(5) 神经和感觉：文昌鱼的背神经管几乎无脑和脊髓的分化。神经管的前端内腔略为膨大，称为脑泡。幼体的脑泡顶部有神经孔与外界相通，成体封闭，所残留的凹陷称嗅窝，功能不清楚。神经管的背面并未完全愈合，尚留有一条隙，称为背裂。

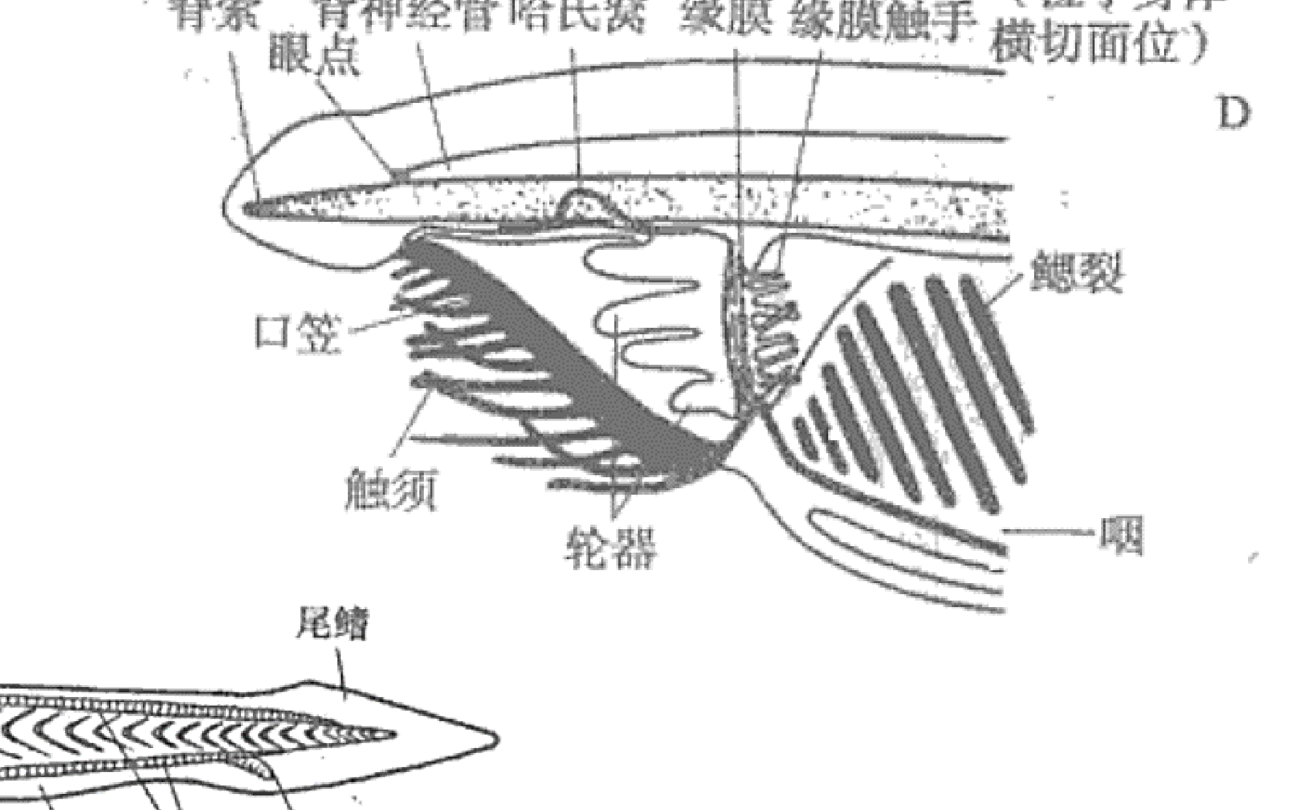


二、脊索动物门的分类

（二）头索动物亚门——文昌鱼

1、成体形态结构

(5)神经和感觉：脑泡发出的2对“脑神经”和神经管两侧发出的、按体节分布的脊神经。神经管在与每个肌节相应的部位，这些神经在身体两侧的排列形式与肌节一致左右交错而互不对称，且不像脊椎动物那样合并成一条脊神经。

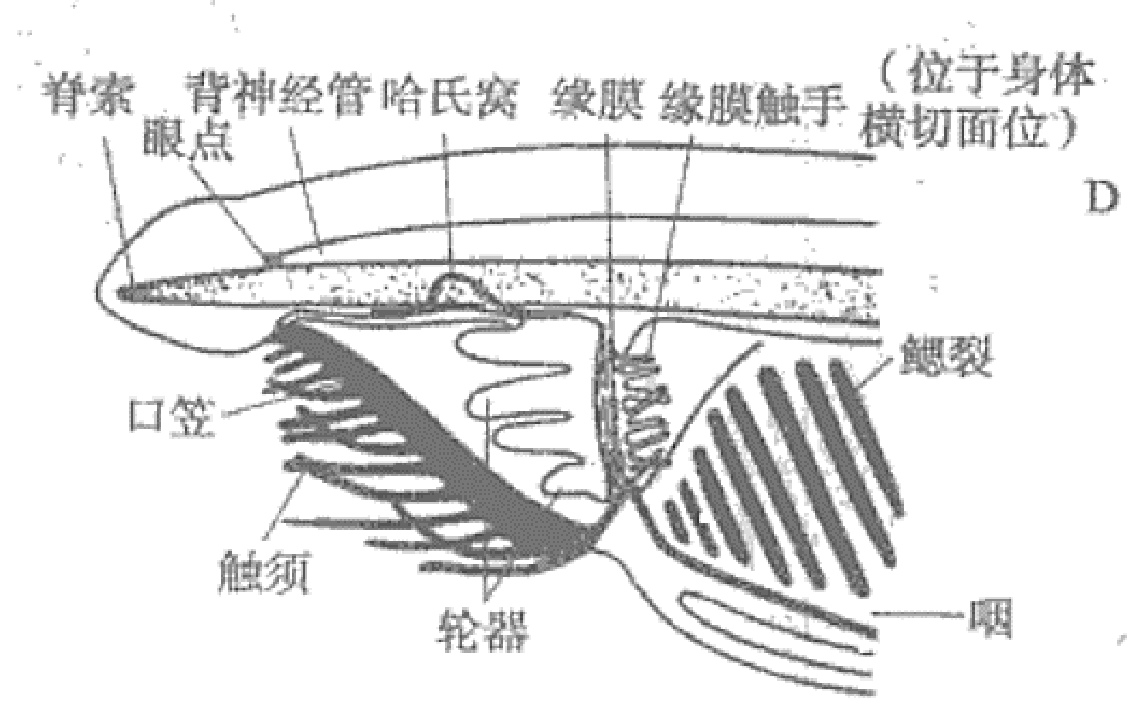


二、脊索动物门的分类

（二）头索动物亚门——文昌鱼

1、成体形态结构

(5) 神经和感觉：文昌鱼少活动的生活方式，致使感觉器官很不发达。沿文昌鱼神经管两侧有一系列黑色小点，称为脑眼，是光线感受器。每个脑眼由-个感光细胞和一个色素细胞构成，可通过半透明的体壁起感光作用。神经管的前端有单个大于脑眼的色素点，又称眼点，但无视觉作用。有人认为是退化的平衡器官，有人则以为有使脑眼免受阳光直射的作用。

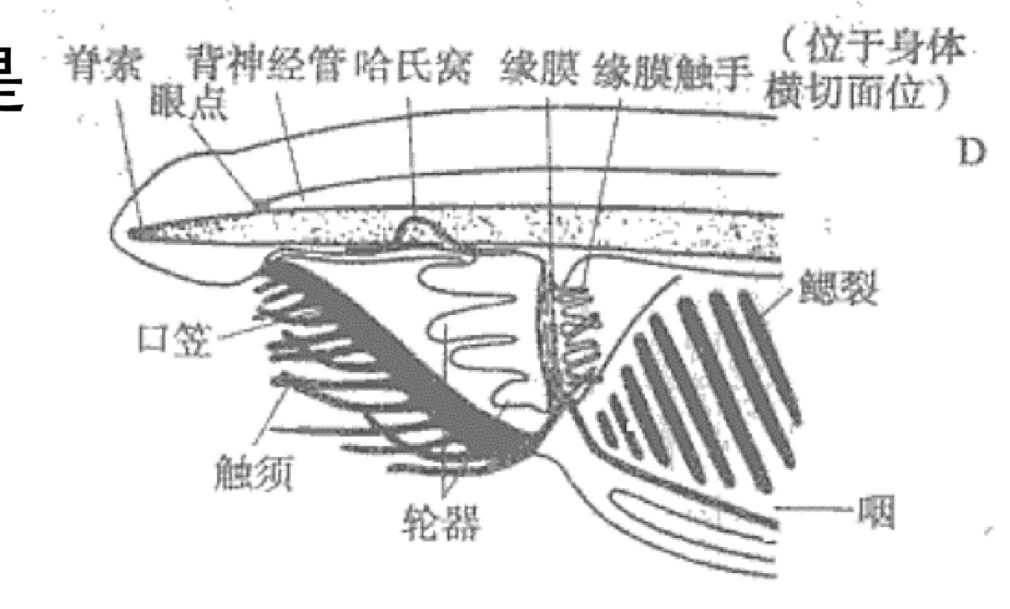


二、脊索动物门的分类

（二）头索动物亚门——文昌鱼

1、成体形态结构

(5) 神经和感觉：口笠内背中央纵行沟的前端是一个窝状结构，称哈氏窝。其与脊椎动物脑下垂体同源。哈氏窝上皮细胞产生促性腺激素释放激素，具有原始激素调控功能。此外，全身皮肤中还散布着零星的感觉细胞，其中尤以口笠、触须和缘膜触手等处较多，可感觉水流的化学性质。

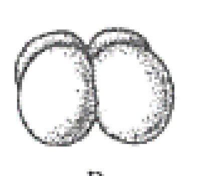


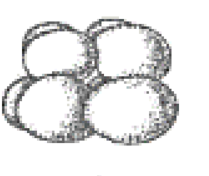
二、脊索动物门的分类

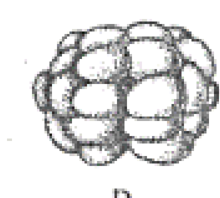
（二）头索动物亚门——文昌鱼

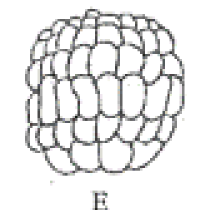
2、胚胎发育

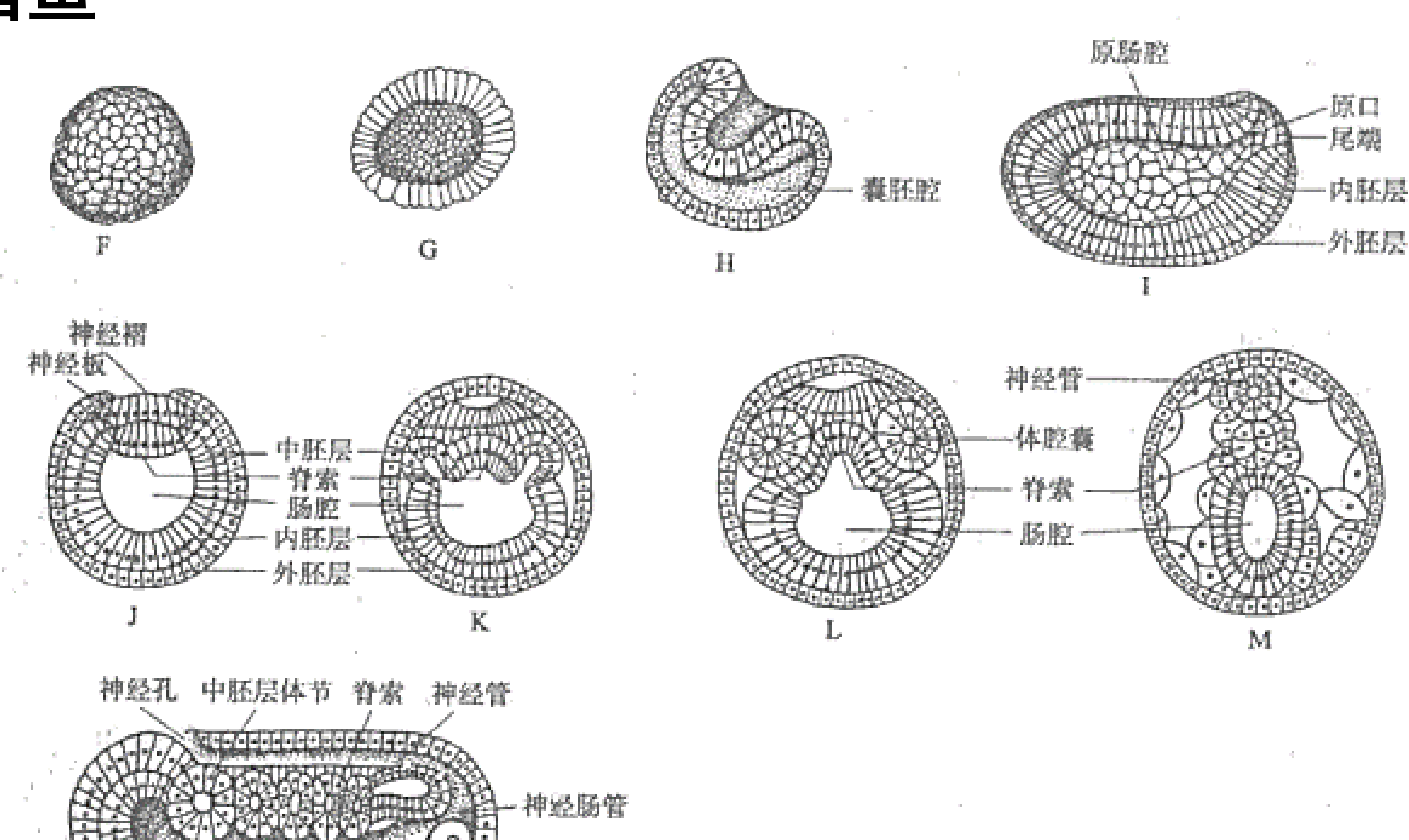
文昌鱼在6—7月产卵，产卵和受精都在傍晚进行。卵径为0.1-0.2mm;含卵黄少，为均黄卵，受精卵进行几乎均等的全分裂。文昌鱼的发育经历受精卵一桑椹胚一囊胚一原肠胚一神经胚等各个时期，然后孵化成幼体。











■ 图 15－11 文昌鱼的胚胎发育

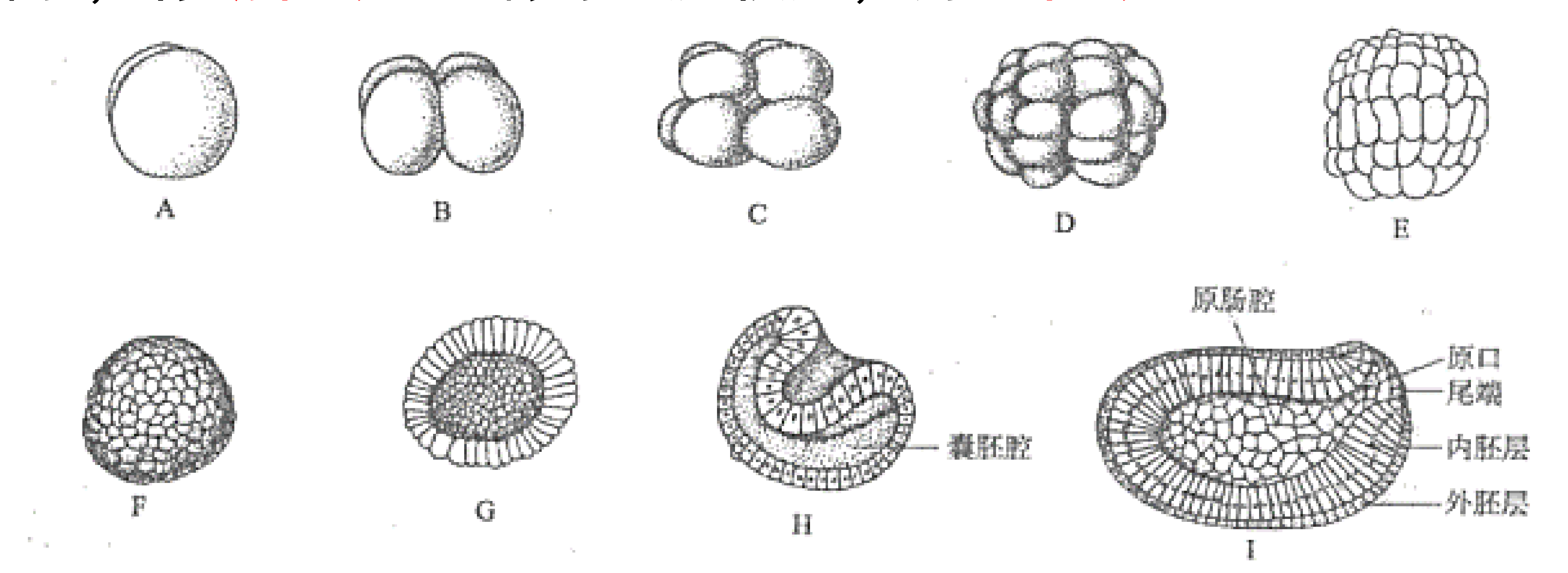
A→D. 卵裂期；E. 桑椹期；F→G. 囊胚及剖视；H→I. 原肠期剖视；J→M. 神经胚各阶段横切面；N. 神经管、脊索、中胚层体节的形成（纵切面）（自 Romer）

二、脊索动物门的分类

（二）头索动物亚门——文昌鱼

2、胚胎发育

(1) 卵裂和原肠胚的形成：受精卵经过多次相互垂直的细胞等分裂后，形成桑椹胚。桑椹胚在继续细胞分裂的同时，中心的细胞逐渐向胚体表面迁移，变成一个内部充满胶状液的空心囊胚，其中的腔称为囊胚腔。上端的细胞略小，称动物极；下端的细胞较大，为植物极。

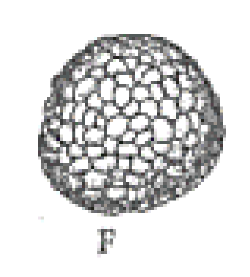


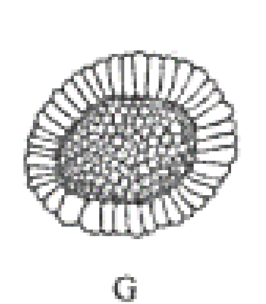
二、脊索动物门的分类

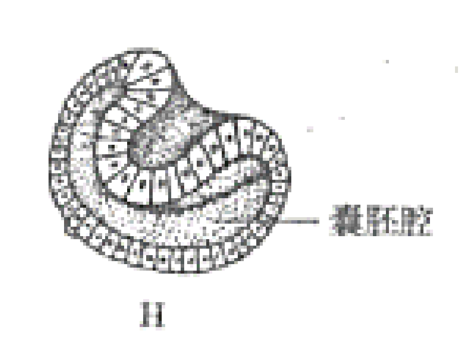
（二）头索动物亚门——文昌鱼

2、胚胎发育

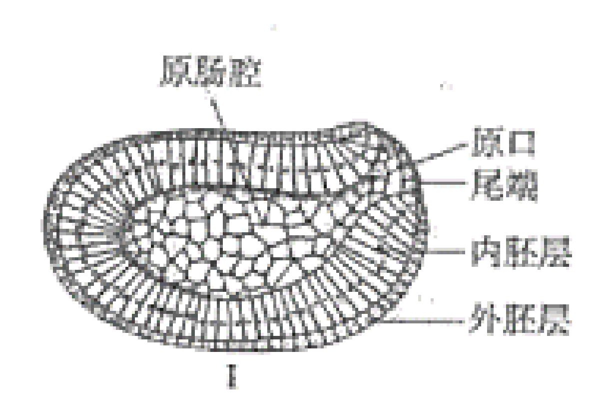
(1) 卵裂和原肠胚的形成：以后囊胚植物极细胞以内陷方式向囊胚腔陷入，最终与动物极细胞的内壁互相紧贴，囊胚腔因受挤压而消失，被新形成的原肠腔所代替。原肠腔以植物极细胞内陷所形成的胚孔（又称原口）与外界相通。原口相当于胚体的后端，相对的另一端为前端。此时胚胎已形成内、外两层细胞，分别称为内胚层和外胚层。胚体表面长有纤毛并能在胚膜中进行回旋运动。此时的胚胎称为原肠胚。


F


G



H



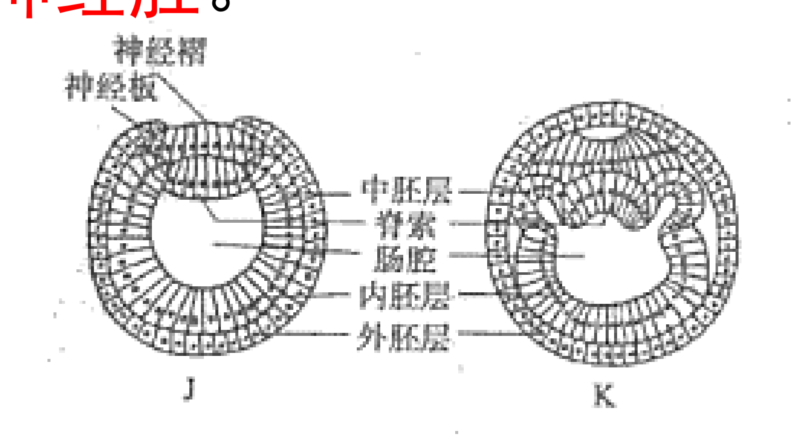
I

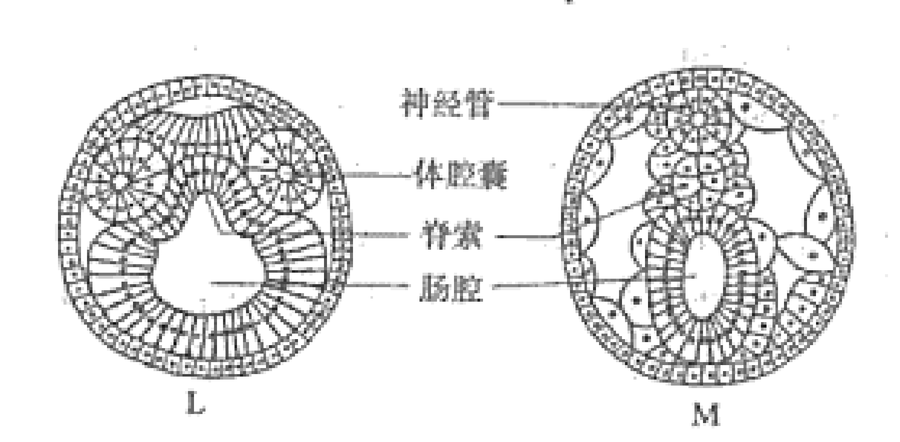
二、脊索动物门的分类

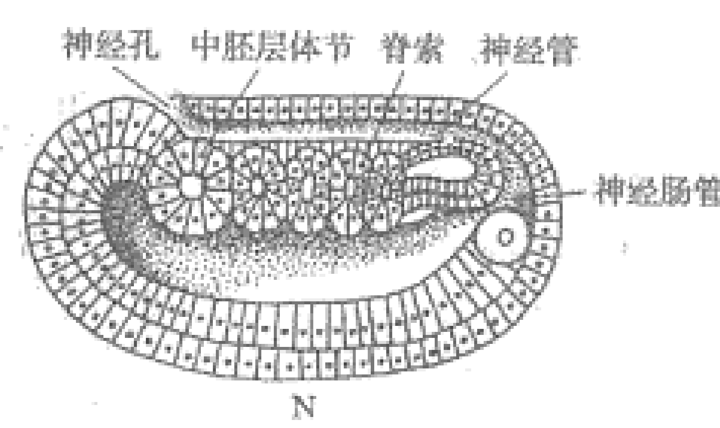
（二）头索动物亚门——文昌鱼

2、胚胎发育

(2) 神经胚的形成：原肠胚自前端沿背中线至胚孔的外胚层细胞下陷，形成神经板，其两侧的外胚层细胞同神经板脱离，向中线靠拢并完全愈合，是将来的表皮部。神经板两侧向上隆起形成神经褶在背中线汇合成留有一条缝的神经管，管内为神经管腔。其前端以神经孔和外界相通，后端经胚孔与原肠连通成神经肠管。成体的神经孔关闭成嗅窝，神经肠管也闭塞，因此神经管和原肠已互不相通。原肠在胚孔部形成肛门。此时的胚胎称为神经胚。





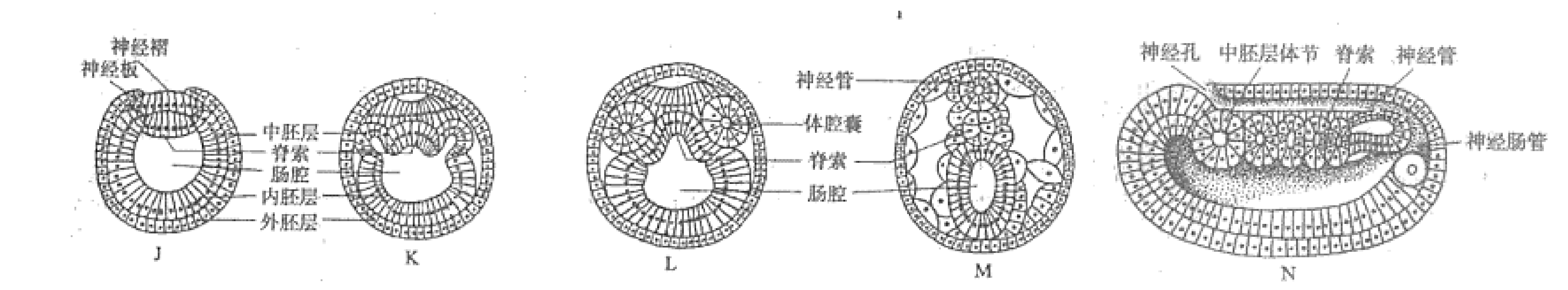


二、脊索动物门的分类

（二）头索动物亚门——文昌鱼

2、胚胎发育

(2) 脊索和中胚层的形成：在背神经管形成的同时，脊索和中胚层也在形成。原肠背面正中出现一条纵行的隆起即脊索中胚层，它与原肠分离后发育成脊索。脊索两侧的原肠出现一系列按节排列和随后彼此通连的肠体腔囊，以后与原肠分离，这就是新发生的中胚层。肠体腔囊所形成的空腔即体腔。

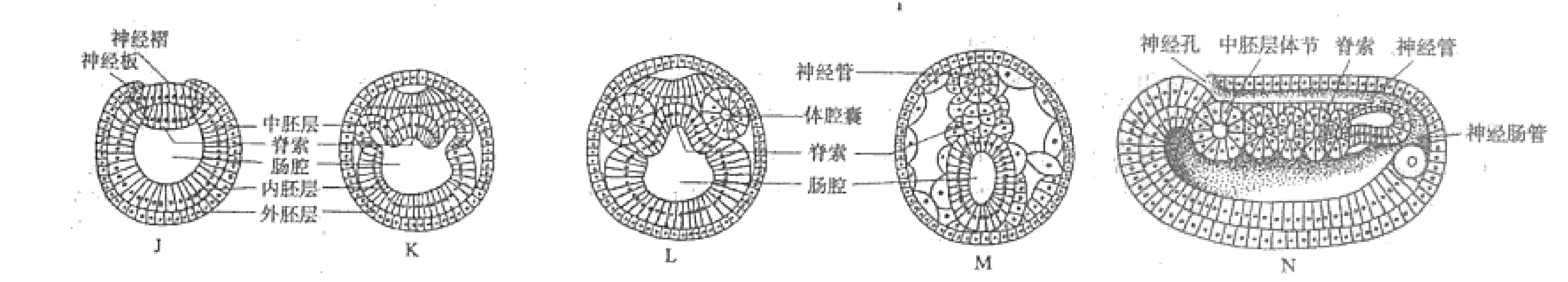


二、脊索动物门的分类

（二）头索动物亚门——文昌鱼

2、胚胎发育

(2) 脊索和中胚层的形成：文昌鱼躯体前部的中胚层是以上述的肠体腔囊法所形成与棘皮动物及半索动物相同；身体中后部(14 体节后) 中胚层是从一条独立的细胞条带发生，体腔从其中裂开形成。这种方式又与脊椎动物一致，由此可见文昌鱼在两大类动物中处于中间过渡的地位。



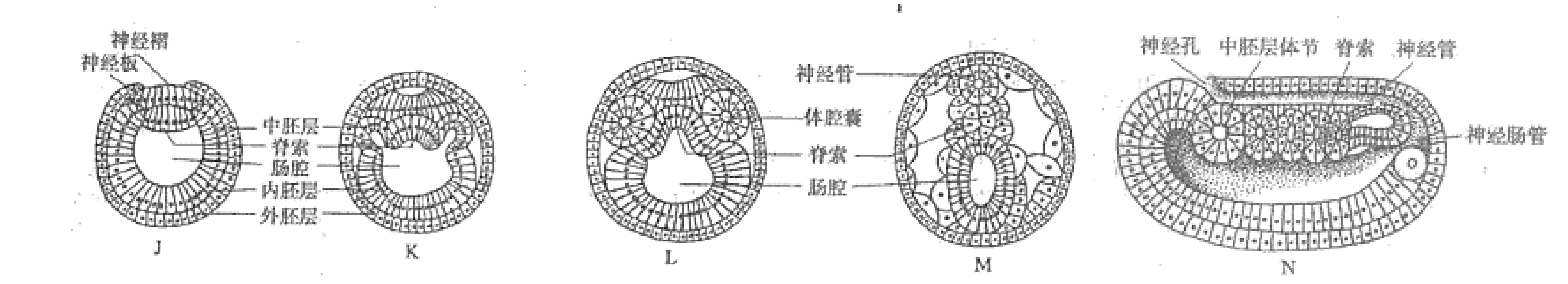
二、脊索动物门的分类

（二）头索动物亚门——文昌鱼

2、胚胎发育

(2) 内中胚层的分化：文昌鱼中胚层每个体腔囊随着扩展和增大，分化成上部（体节）和下部（侧板）。体节内的空腔以后自行消失，侧板内的空腔最初因体腔囊彼此独立而保存以后体腔囊壁前后贯通而形成左右两条体腔；

内胚层形成原肠及其衍生物。原肠在胚体的前端与原口相对处向外突出，此处外胚层同时内陷，相遇穿孔而形成后口。身体后端的原口形成肛门。



二、脊索动物门的分类

（二）头索动物亚门——文昌鱼

2、胚胎发育

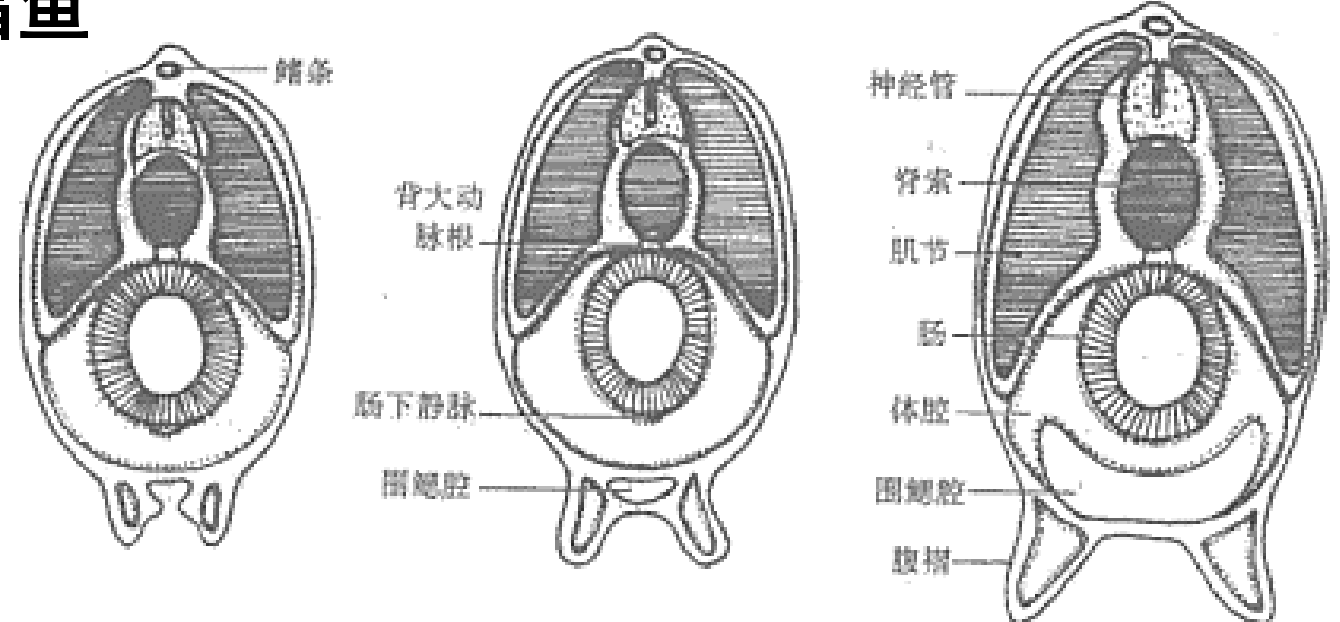
(3)幼体期：经过20多个小时后，文昌鱼的胚胎发育基本结束。全身被纤毛的幼体就能突破卵膜到海水中活动。此时的生活规律是:白天游至海底，夜间升上海面，进行垂直洄游。幼体期约3个月，然后沉落海底进行变态。幼体在生长发育和变态的过程中，身体日益长大，出现前庭，鳃裂的数目因发生次生鳃棒而增加，并由原来直接开口体外而变为通入后来发生的围鳃腔中。1龄的文鱼体长约40 mm，性腺发育成熟，可参与当年的繁殖。

二、脊索动物门的分类

（二）头索动物亚门——文昌鱼

2、胚胎发育

(3)围鳃腔的形成：



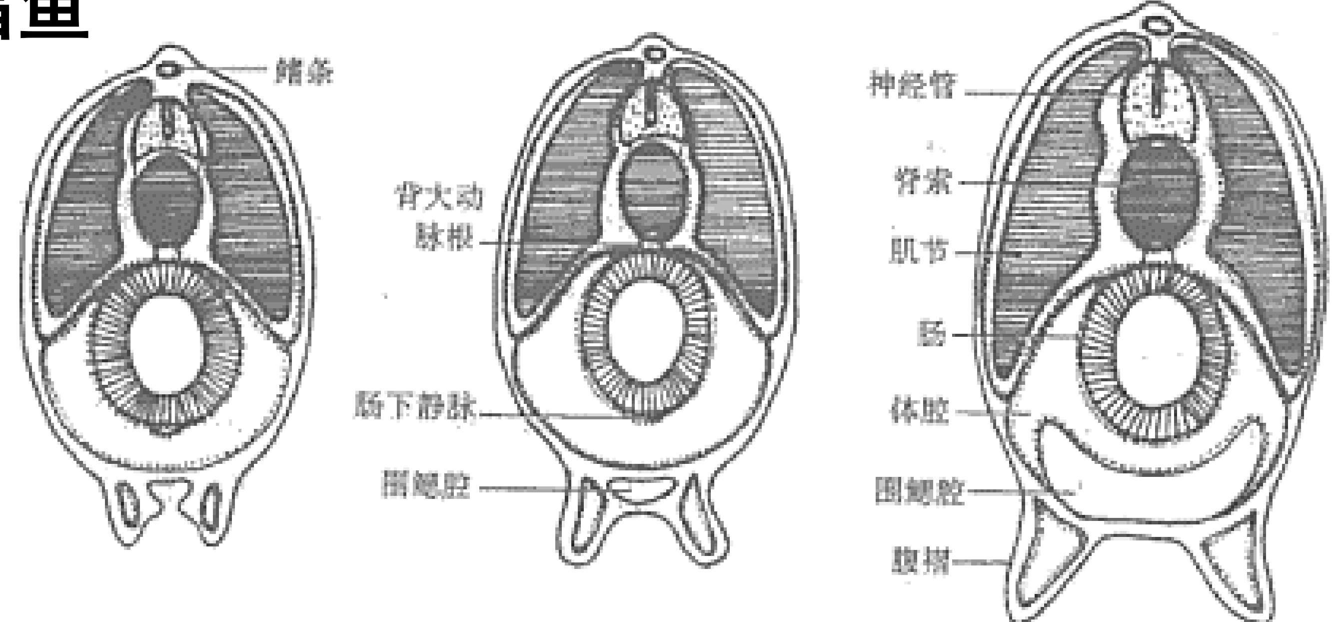
鳃裂发展的同时形成围鳃腔。开始时先在身体腹面出现一对纵行腹褶，并从两侧向中间延伸，最后彼此相连，形成一个管状腔，这就是围鳃腔的开始，其腔壁属于外胚层细胞。以后围鳃腔逐渐向上扩大，从腹面和两侧包围咽部，从而将体腔向上推挤到咽的背侧成为一对纵行的体腔管。内柱腹侧也留下一狭窄的体腔。原来直接开口体外的鳃裂已改为通入围鳃腔。围鳃腔前端开口关闭，后端开口成为腹孔。

二、脊索动物门的分类

（二）头索动物亚门——文昌鱼

2、胚胎发育

(3)围鳃腔的形成：



鳃裂发展的同时形成围鳃腔。开始时先在身体腹面出现一对纵行腹褶，并从两侧向中间延伸，最后彼此相连，形成一个管状腔，这就是围鳃腔的开始，其腔壁属于外胚层细胞。以后围鳃腔逐渐向上扩大，从腹面和两侧包围咽部，从而将体腔向上推挤到咽的背侧成为一对纵行的体腔管。内柱腹侧也留下一狭窄的体腔。原来直接开口体外的鳃裂已改为通入围鳃腔。围鳃腔前端开口关闭，后端开口成为腹孔。

二、脊索动物门的分类

（三）脊椎动物亚门

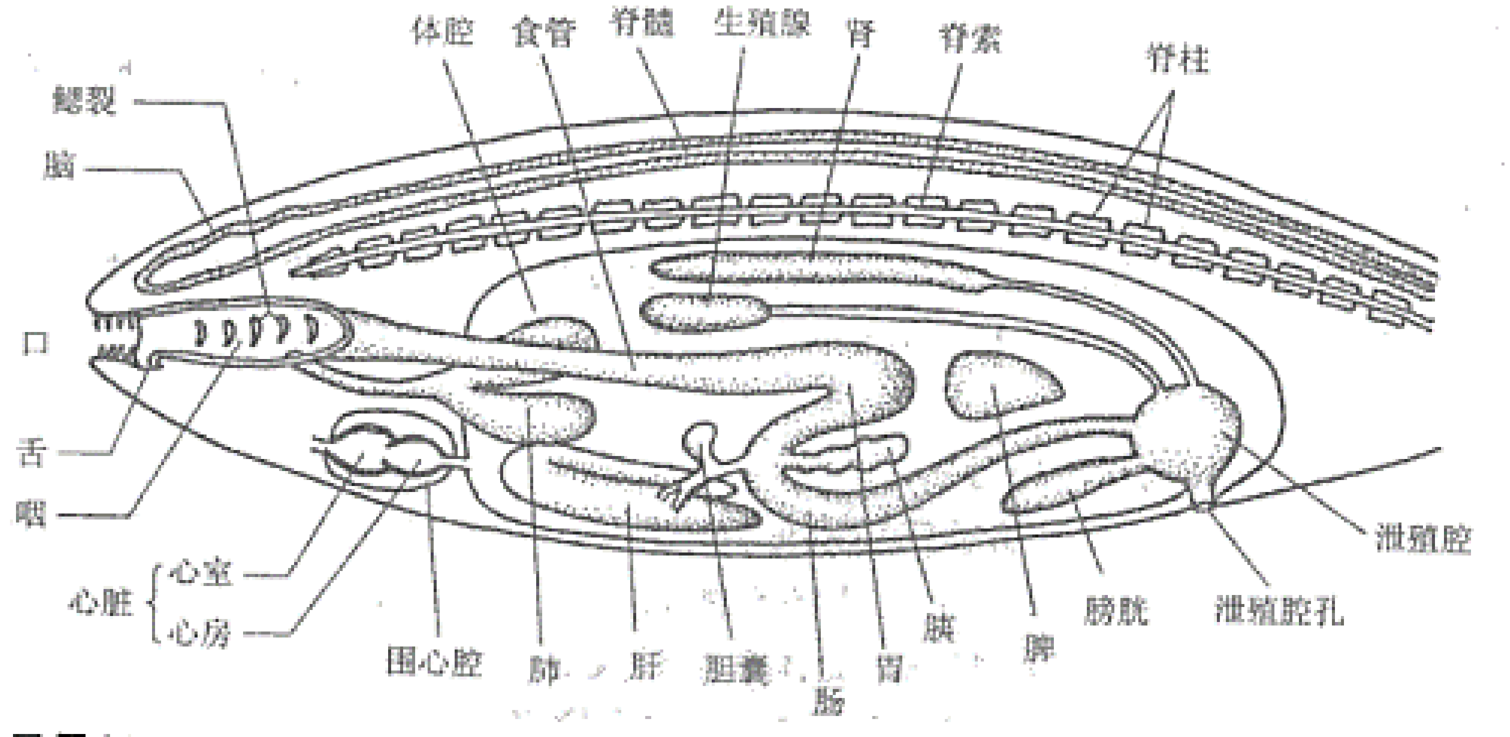
脊椎动物是脊索动物门中进化地位最高的一个亚门，结构复杂，数量最多



二、脊索动物门的分类

（三）脊椎动物亚门

1、主要特征



■ 图 15－13 脊椎动物的主要结构模式图

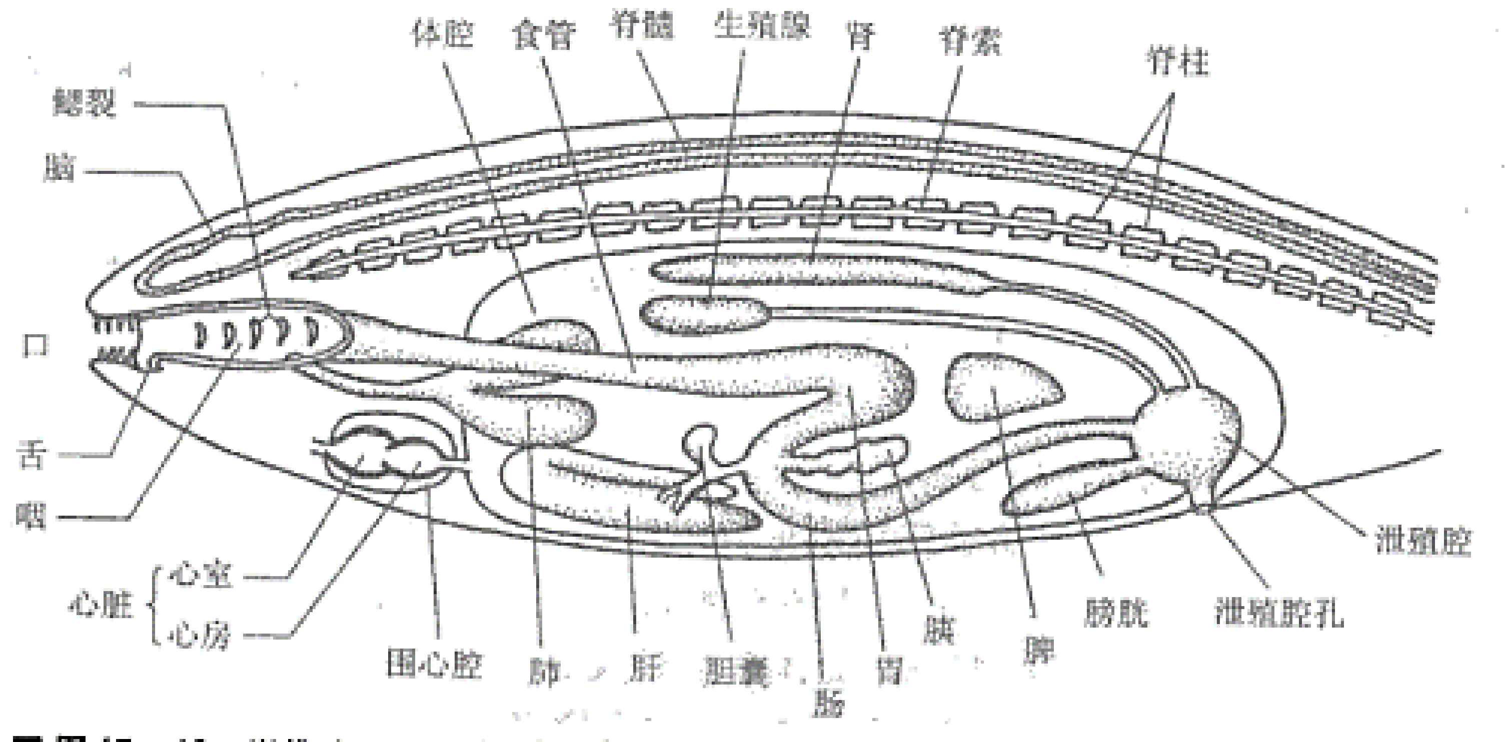
(1) 神经系统发达：

神经管的前端分化为脑，又进一步分化为大脑、间脑、中脑、小脑和延脑。眼、耳、鼻等重要的感官集中在身体前端并具有保护它们的头骨，形成了明显的头部。神经管后端分化成脊髓。由于头部的出现，脊椎动物又称有头类。

二、脊索动物门的分类

（三）脊椎动物亚门

1、主要特征



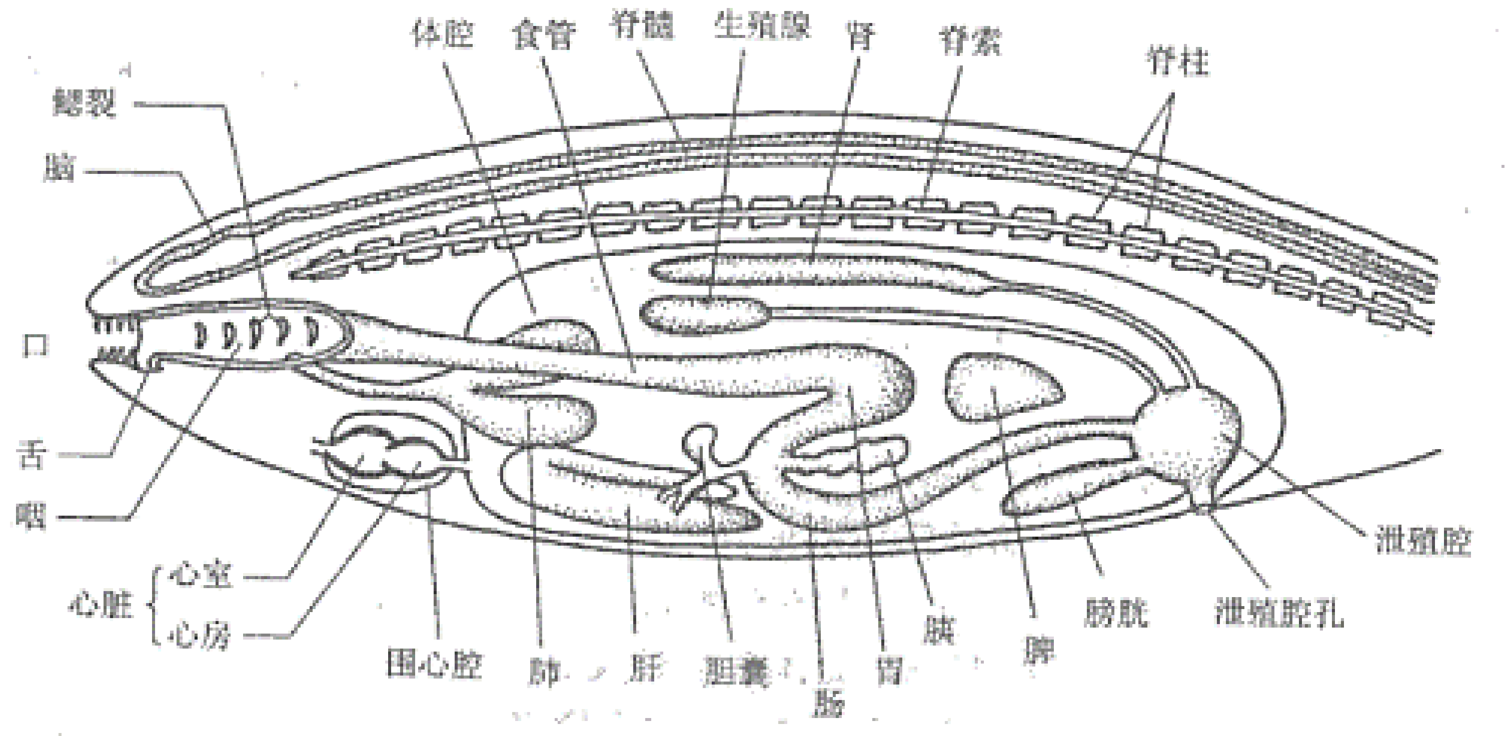
■ 图 15－13　脊椎动物的主要结构模式图

(2) 脊柱代替了脊索，成为身体的有力支柱，同时保护着脊髓。脊柱由单个的脊椎骨连接组成，大大提高了运动的灵活性和支持、保护的强度。椎动物的骨骼系统属于内骨骼，与无脊椎动物不同。在低等脊椎动物中脊索仍是主要支持结构，并终生保留;在较高等的脊椎动物中只在胚胎期出现，成体退化或留有残余。

二、脊索动物门的分类

（三）脊椎动物亚门

1、主要特征



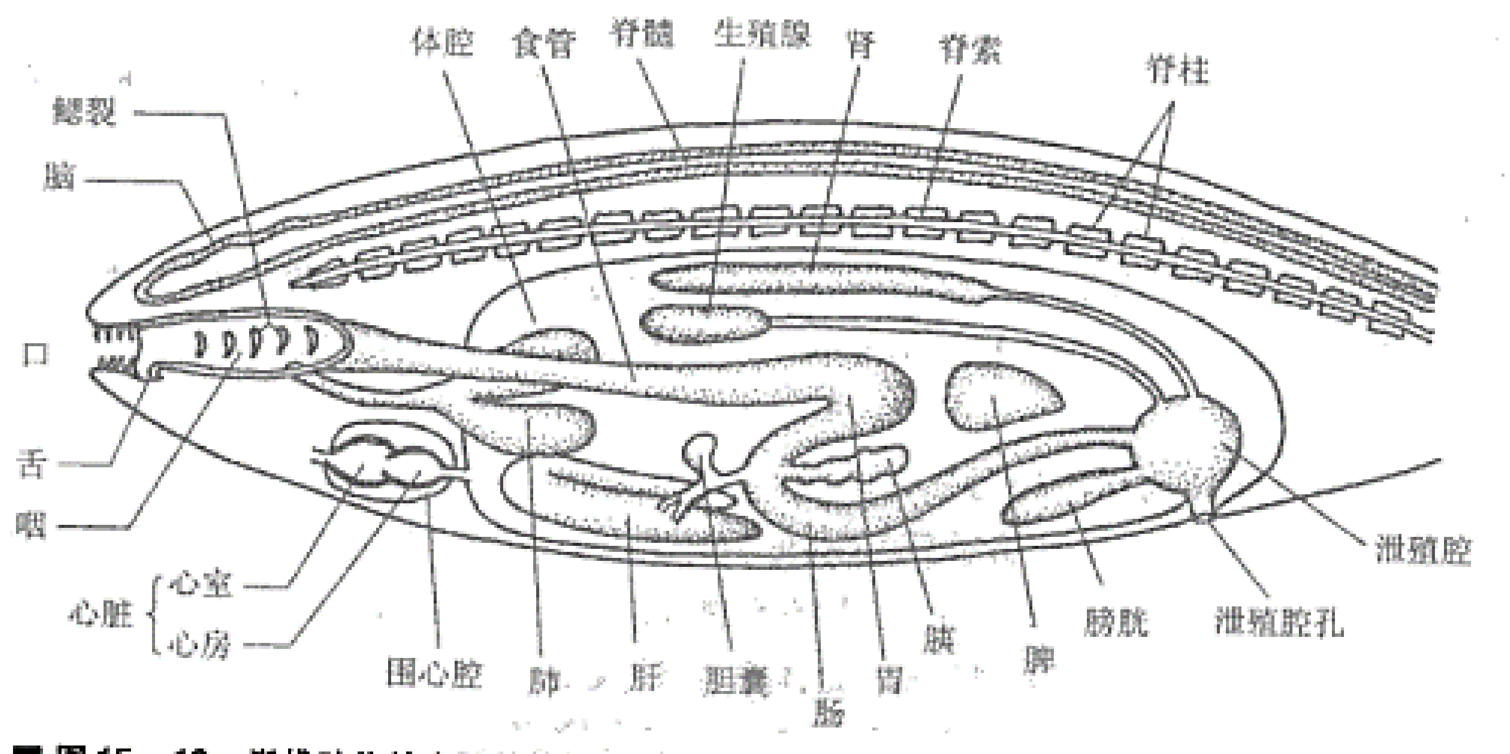
■ 图 15－13 脊椎动物的主要结构模式图

(3)水生动物用鳃呼吸，鳃裂终生存在;陆生脊椎动物只在胎期间出现鳃裂，成体用肺呼吸。脊椎动物在胚胎早期，咽部的内胚层向两侧各突出5-6个咽囊。在水生脊椎动物中，与咽囊相对的身体表面外胚层向内凹陷，最后与咽囊打通形成鳃裂。而陆生脊椎动物的少数咽囊用上述方式形成鳃裂，但只短时间存在，以后关闭。各咽囊以后形成其他结构。

二、脊索动物门的分类

（三）脊椎动物亚门

1、主要特征



■ 图 15－13　脊椎动物的主要结构模式图

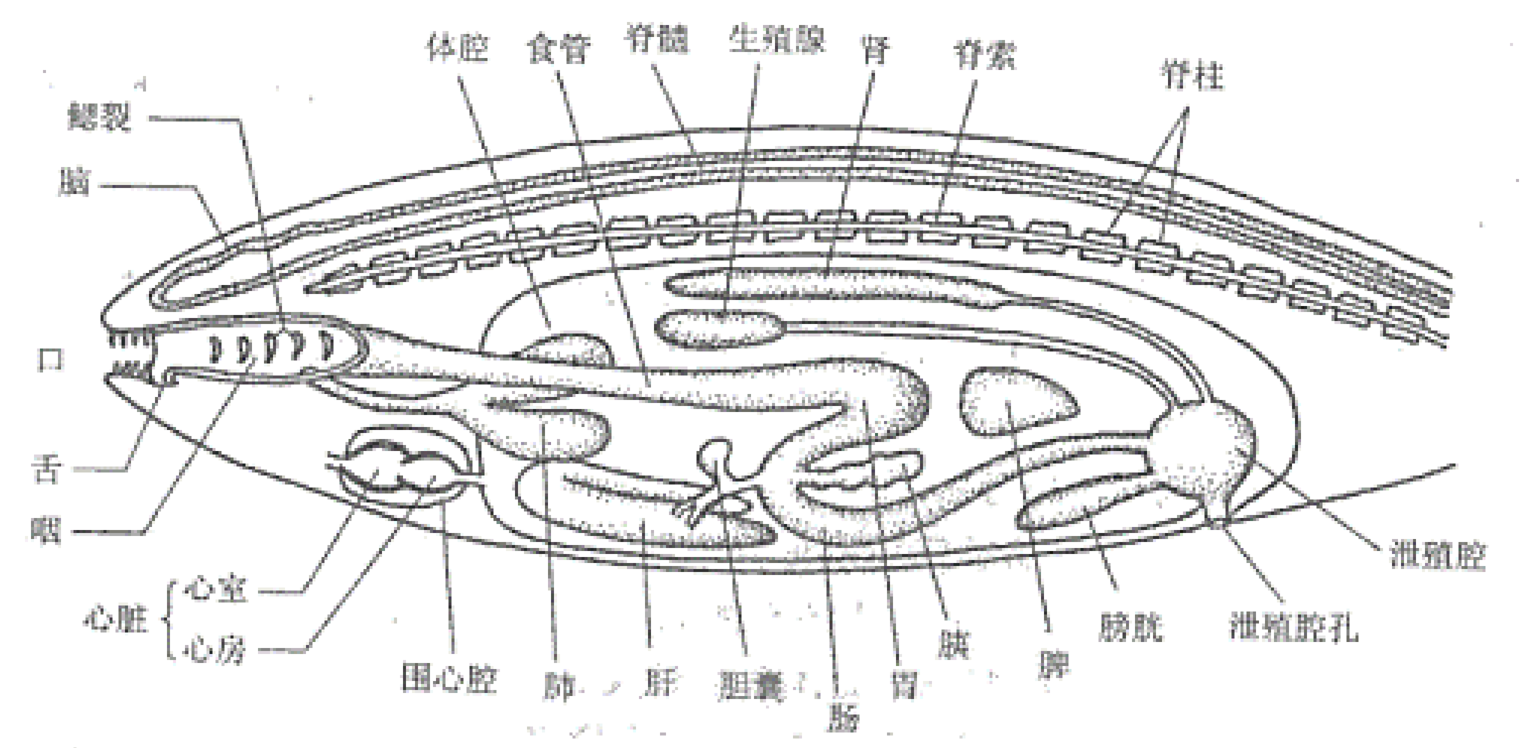
(4) 除圆口类外，均出现了能动的上、下颌，极大地加强了动物主动摄食和消化食物的能力，这是动物进化历史上的又一次重大飞跃。



二、脊索动物门的分类

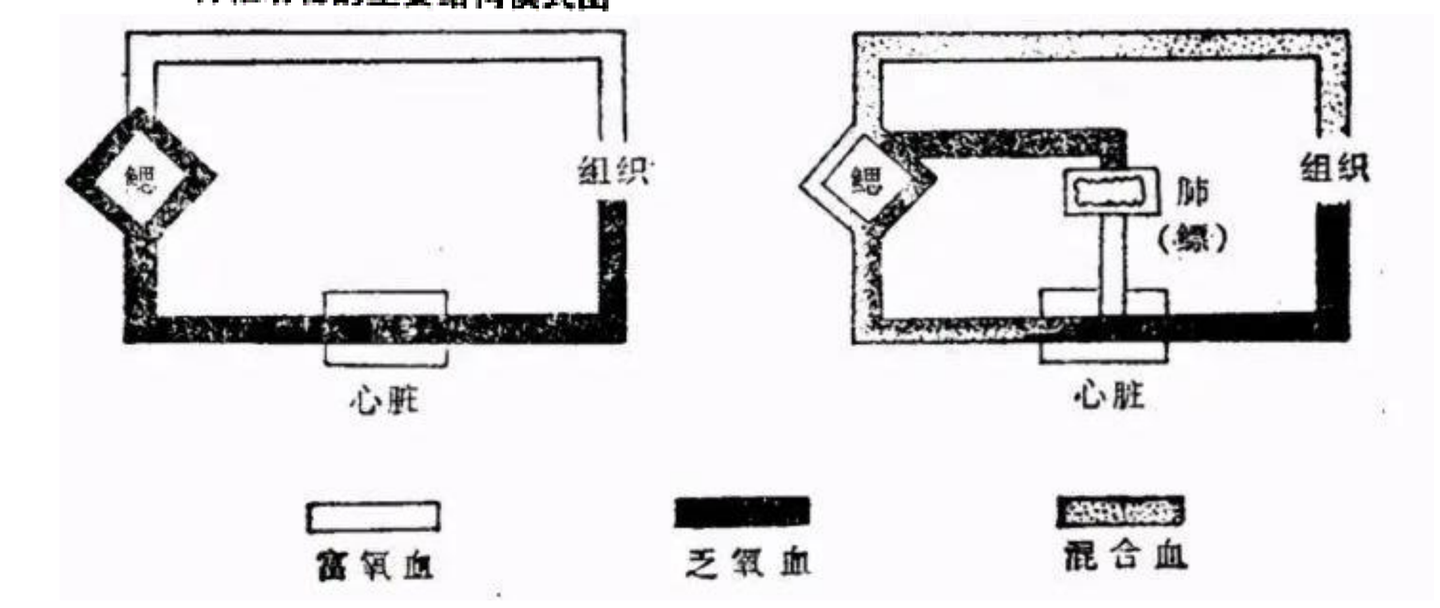
（三）脊椎动物亚门

1、主要特征



■ 图 15－13 脊椎动物的主要结构模式图

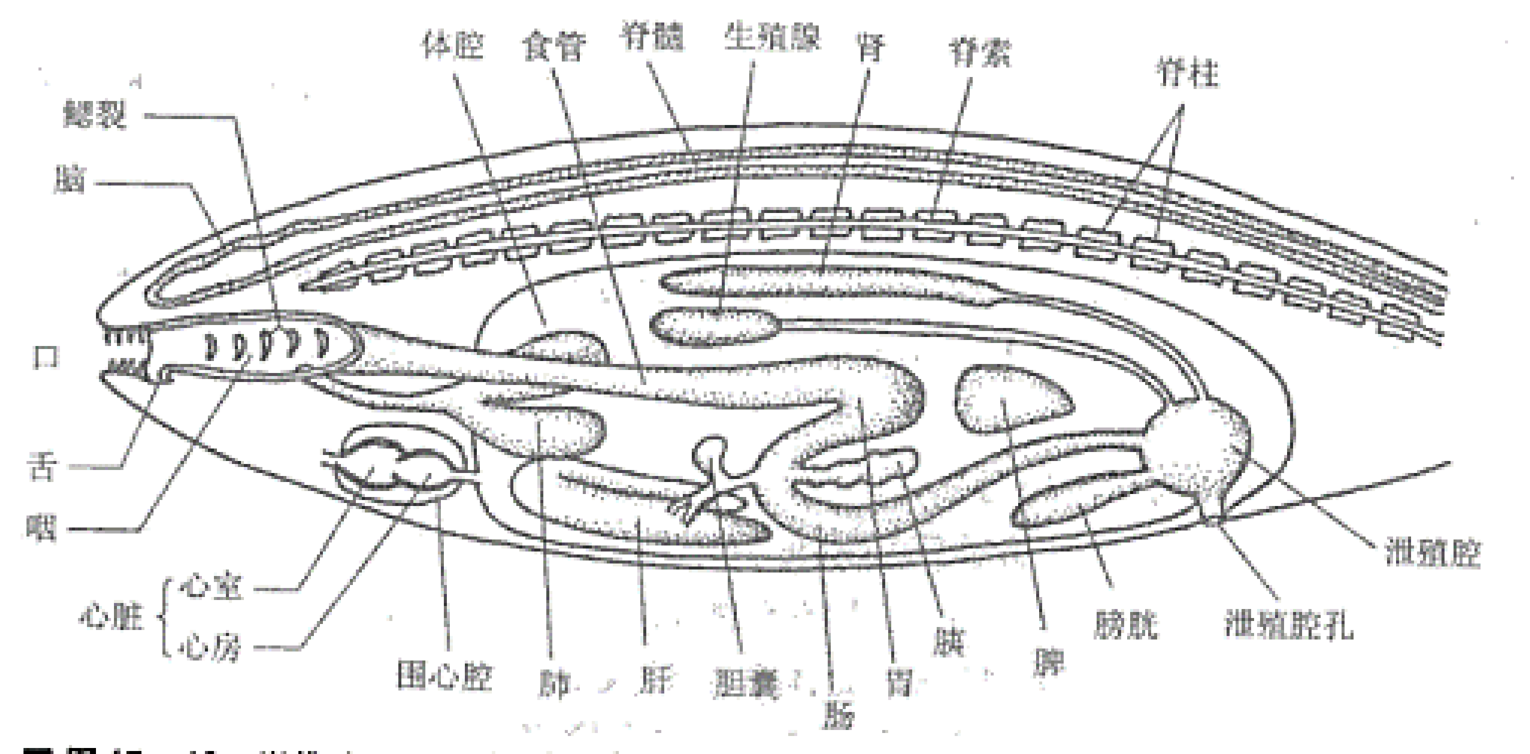
(5) 循环系统完善，出现了位于身体腹面的能收缩的**心脏**，有效促进血液循环。血液中具有**红细胞**，其主要成分为血红蛋白，能高效率携带氧气。



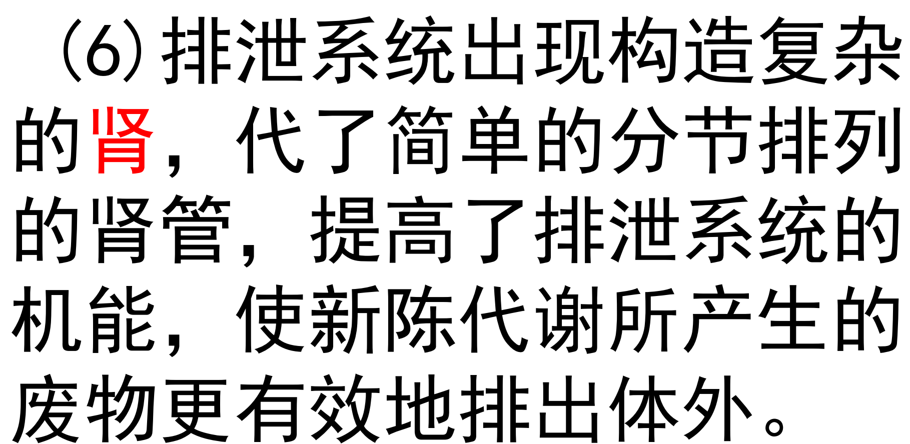
二、脊索动物门的分类

（三）脊椎动物亚门

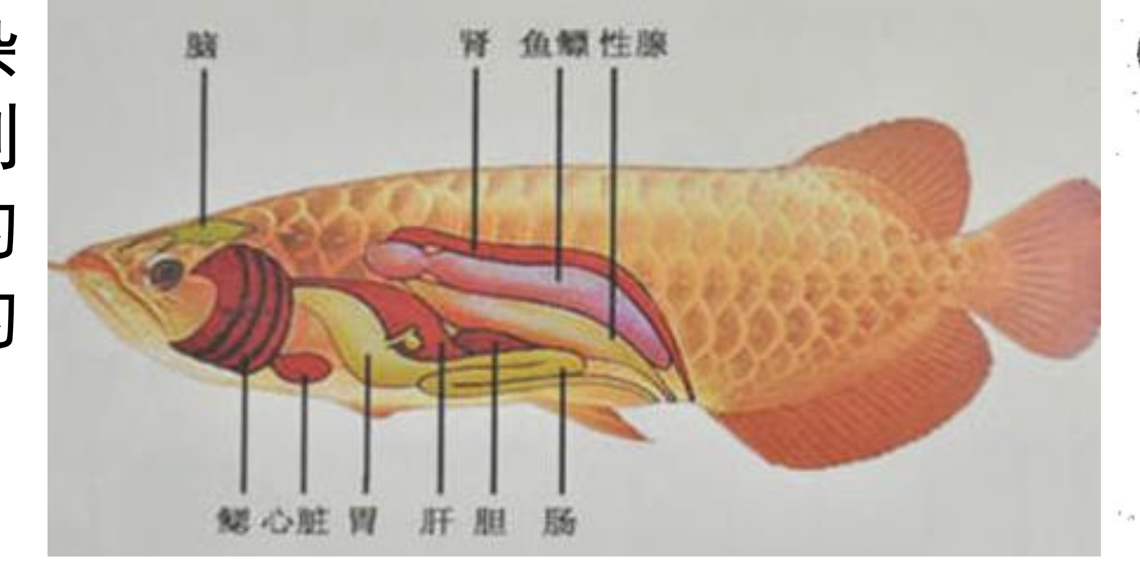
1、主要特征

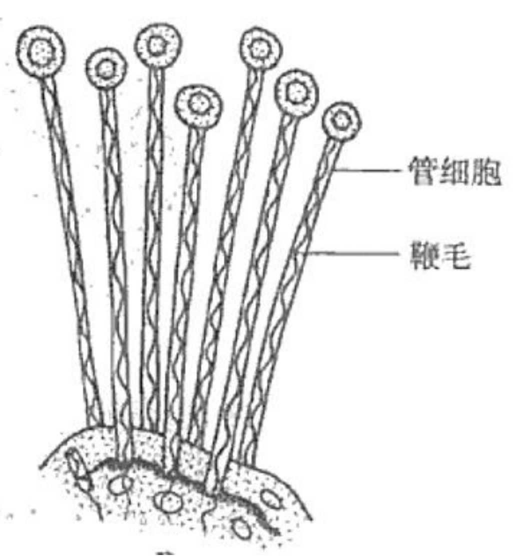


■ 图 15－13　脊椎动物的主要结构模式图



(6) 排泄系统出现构造复杂的肾，代了简单的分节排列的肾管，提高了排泄系统的机能，使新陈代谢所产生的废物更有效地排出体外。

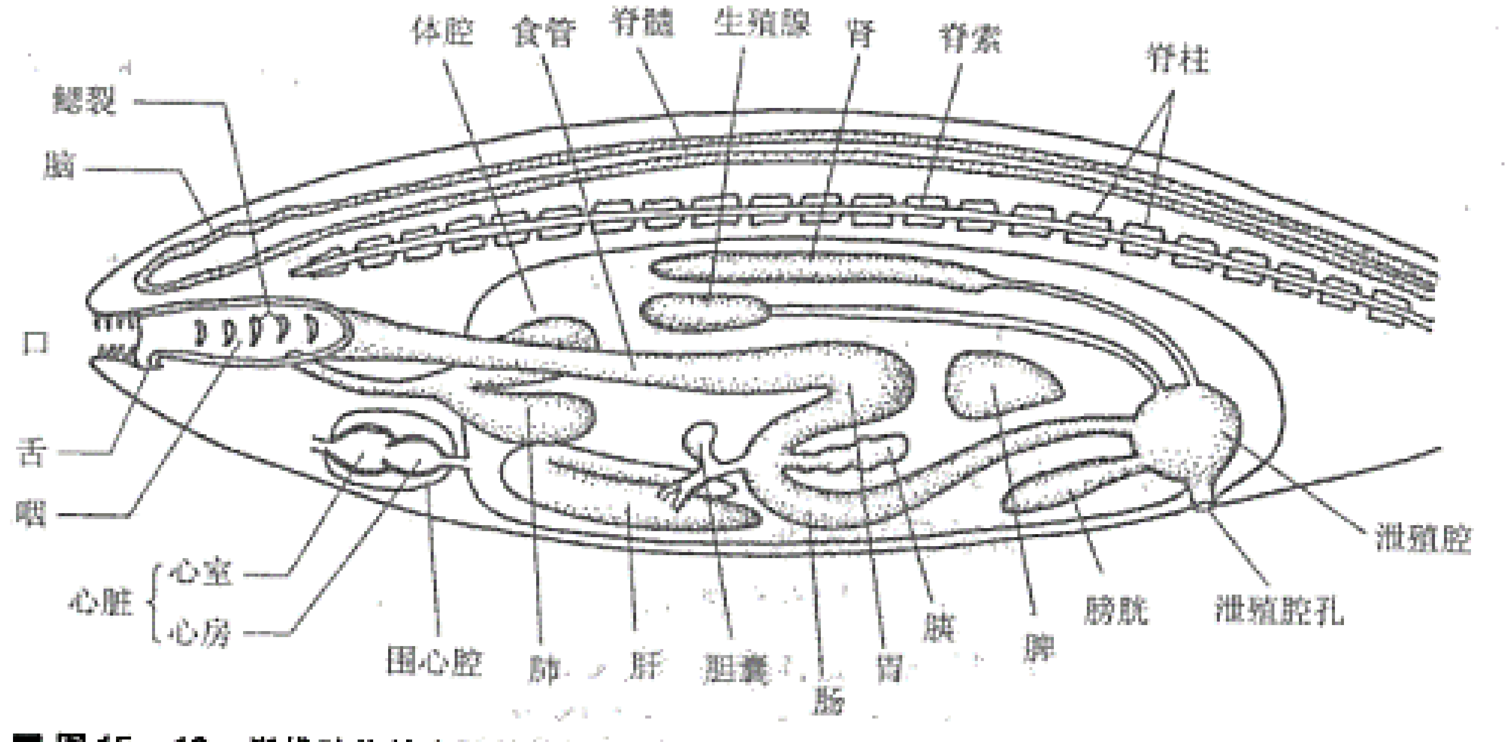




二、脊索动物门的分类

（三）脊椎动物亚门

1、主要特征



■ 图 15－13 脊椎动物的主要结构模式图

(7) 除了圆口类之外，出现了**成对的附肢**作为运动器官。这就是水生种类的偶鳍（胸和腹）和陆生种类的成对附肢（前肢和后肢）。极大加强了椎动物的运动、摄食、求偶和躲避敌害的能力。





二、脊索动物门的分类

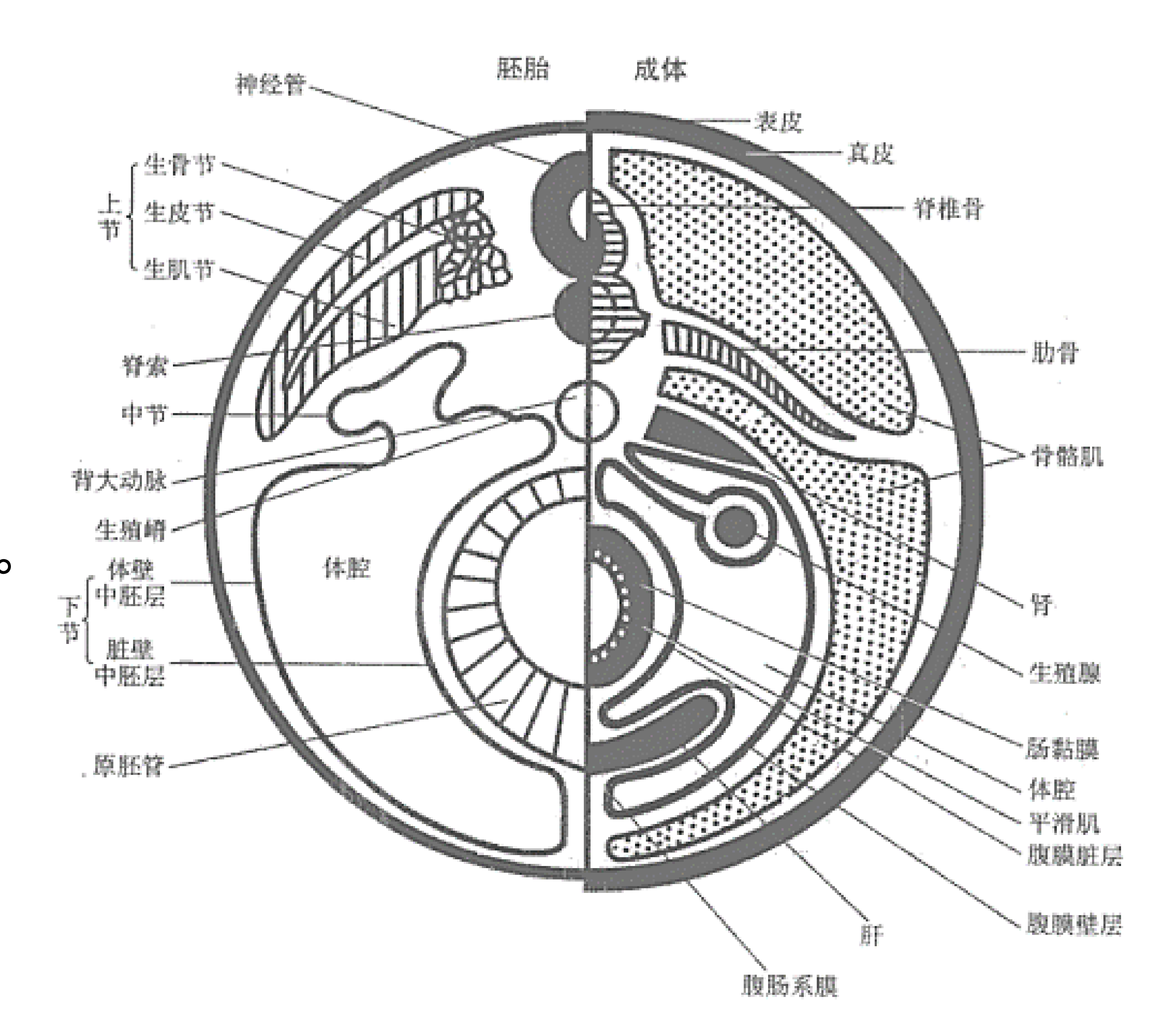
（三）脊椎动物亚门

2、各胚层的分化

(1)外胚层：

①体壁外胚层：皮肤的最外层即表皮并延伸进消化管的两端表皮衍生物有毛、蹄羽毛、皮肤腺等。

②神经外胚层：神经管和神经部分。



二、脊索动物门的分类

（三）脊椎动物亚门

2、各胚层的分化

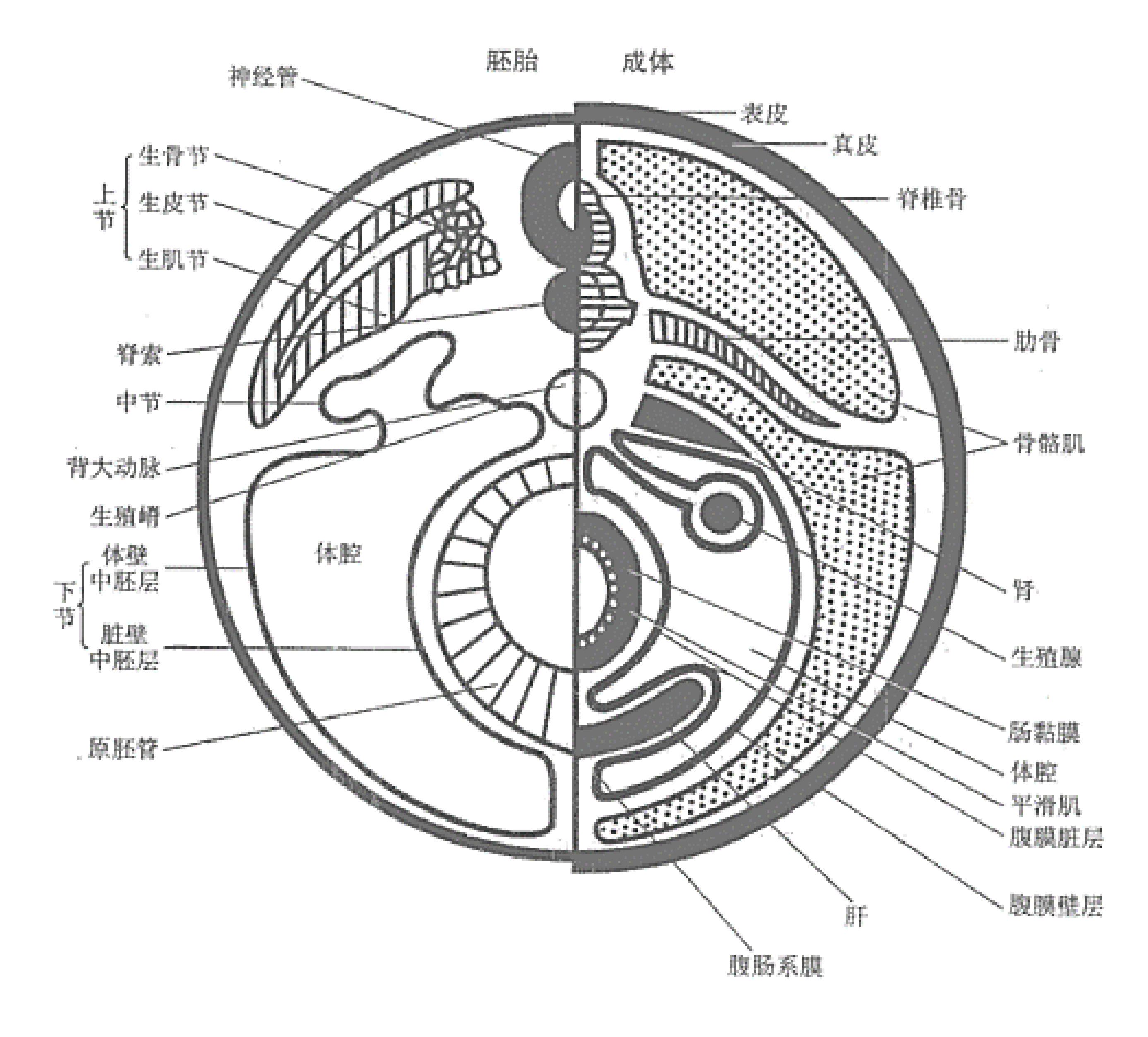
(2) 中胚层：

①脊索中胚层：形成脊索，在脊椎动物则被脊椎骨所代替。

②体壁中胚层:腹膜，一部分骨骼肌。

③脏壁中胚层:浆膜，肠系膜，循环系统，血液，生殖系统等。

④体腔：上述两胚层之间的空腔。



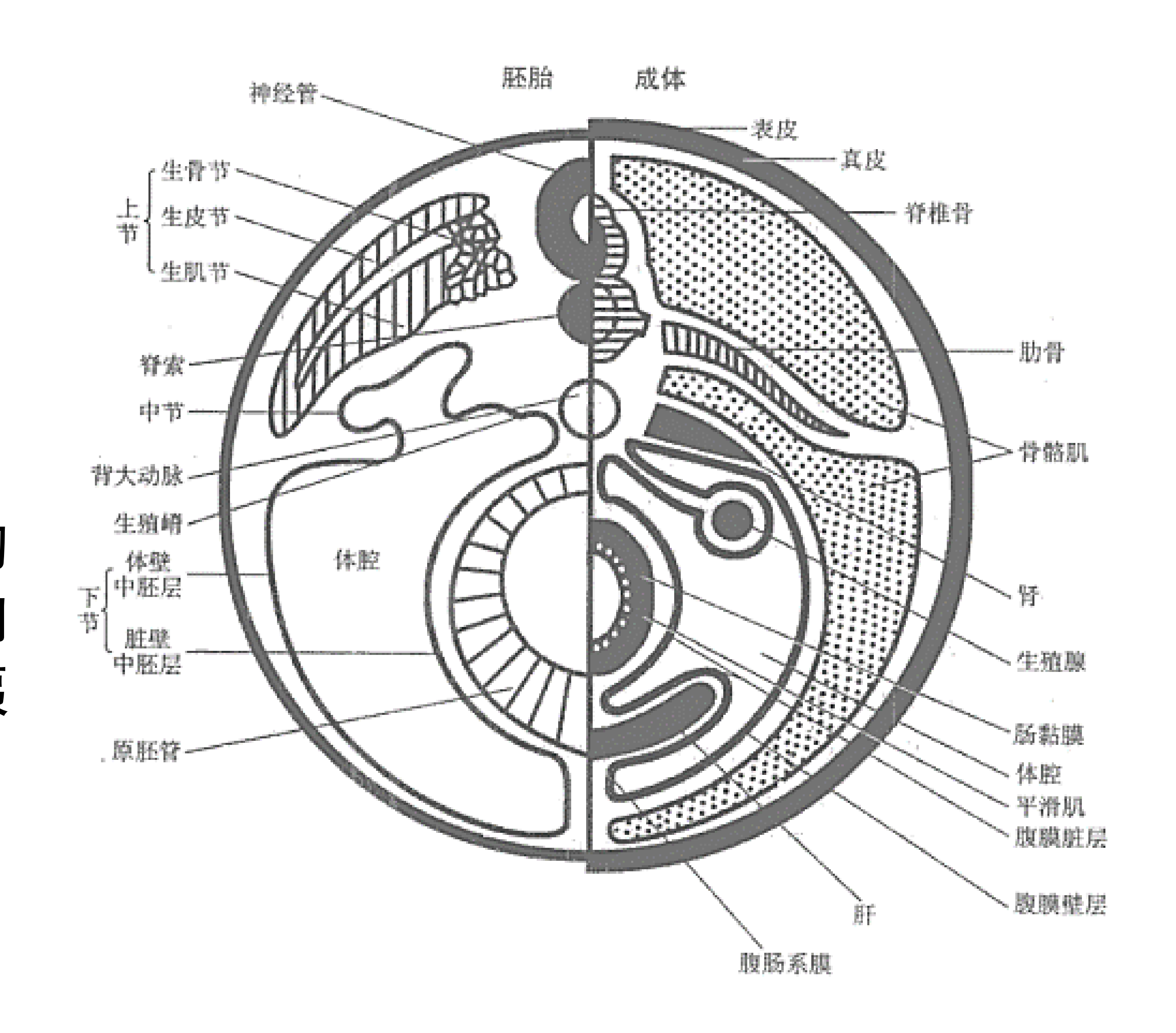
二、脊索动物门的分类

（三）脊椎动物亚门

2、各胚层的分化

(3) 内胚层：

内胚层分化为原肠及其衍生物，包括消化管内层上皮和消化腺（肝、胆和胆管、胰）气管和肺的内层、膀胱和尿道内层、多个内分泌腺（甲状腺和甲状旁腺、胰岛、胸腺和后鳃体）、扁桃体、咽囊及圆口类的鳃等。



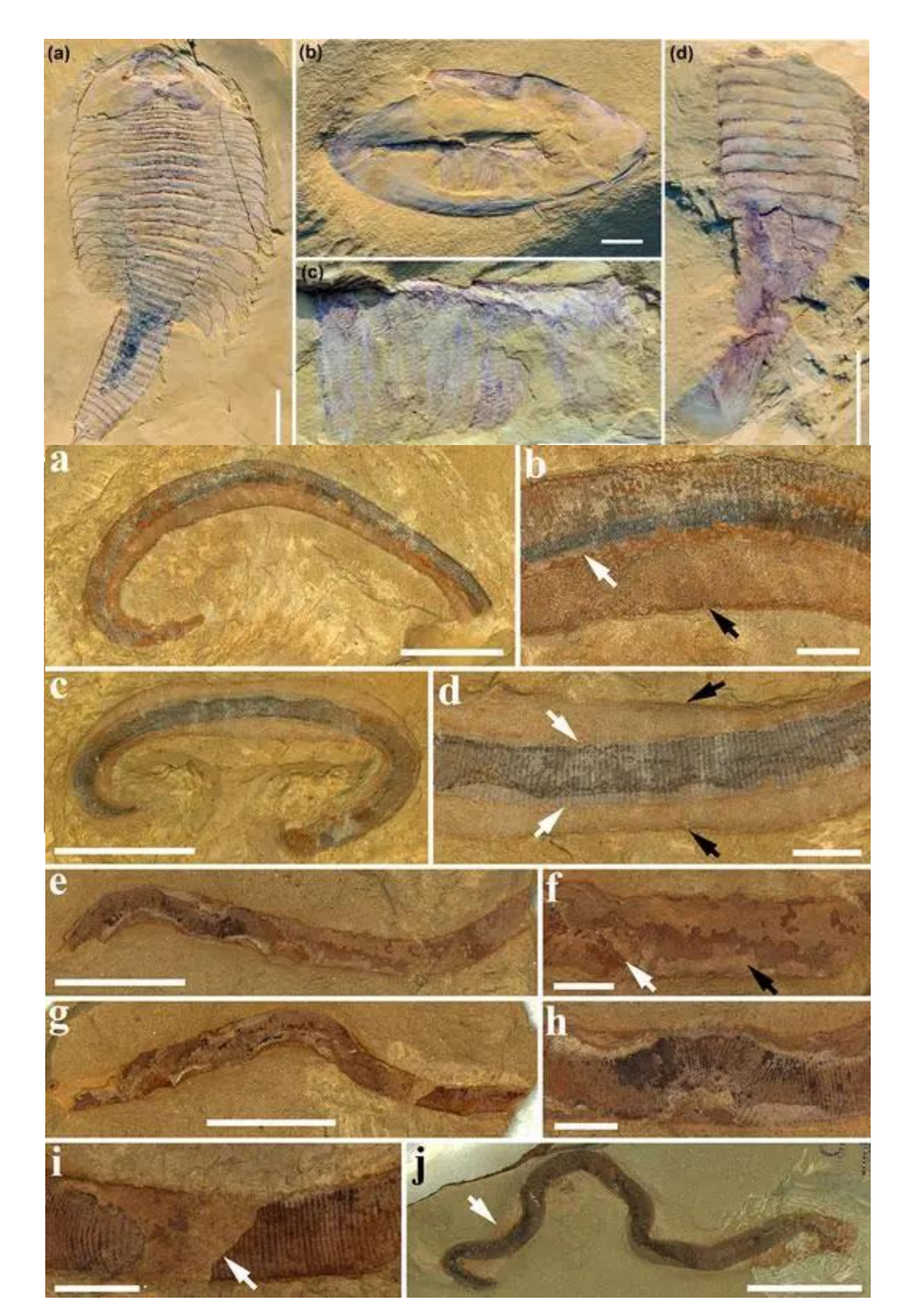
二、脊索动物门的分类

（三）脊椎动物亚门

3、脊椎动物的起源和进化

(1)寒武纪大爆发：

距今5.6 亿年至6亿年前地球上生存的几乎都是简单的单细胞生物。至寒武纪开始的5.44亿年之前的1600万年期间没有多细胞生物的化石纪录。大量化石发现证明在距今5亿3千多万前的地球上，生命发生了一次规模的进化事件。当时多细胞动物突发性地在洋中出现而且迅速地发展出形体多样、构造复杂的类群。地球上从此开始出现多姿多彩的生物世界。这一事件被认为是地球生物史上的霹雳，称为“寒武纪大爆发”。



二、脊索动物门的分类

（三）脊椎动物亚门

3、脊椎动物的起源和进化

(2)原索动物的起源和进化：

原索动物是最低等的脊索动物，而其中的尾索动物是一种变态的脊索动物。在整个动物界的30多个门类中，只有原索动物同时具有椎动物和无椎动物中的一些共同特点，所以在探索无脊椎动物和脊椎动物的进化关系是进化生物学中最引人注目的核心论题之一。

一般认为索动物起源于无椎动物中的棘皮动物和半索动物，理由是:

(1)棘皮动物和半索动物后口动物。

(2)棘皮动物和半索动物的中胚层都是以肠体腔囊法形成的。

(3)棘皮动物和半索动物的幼虫形态结构极为相似。

(4)两种动物的肌肉中同时含有精氨酸（无脊椎动物）和肌酸（脊椎动物）。

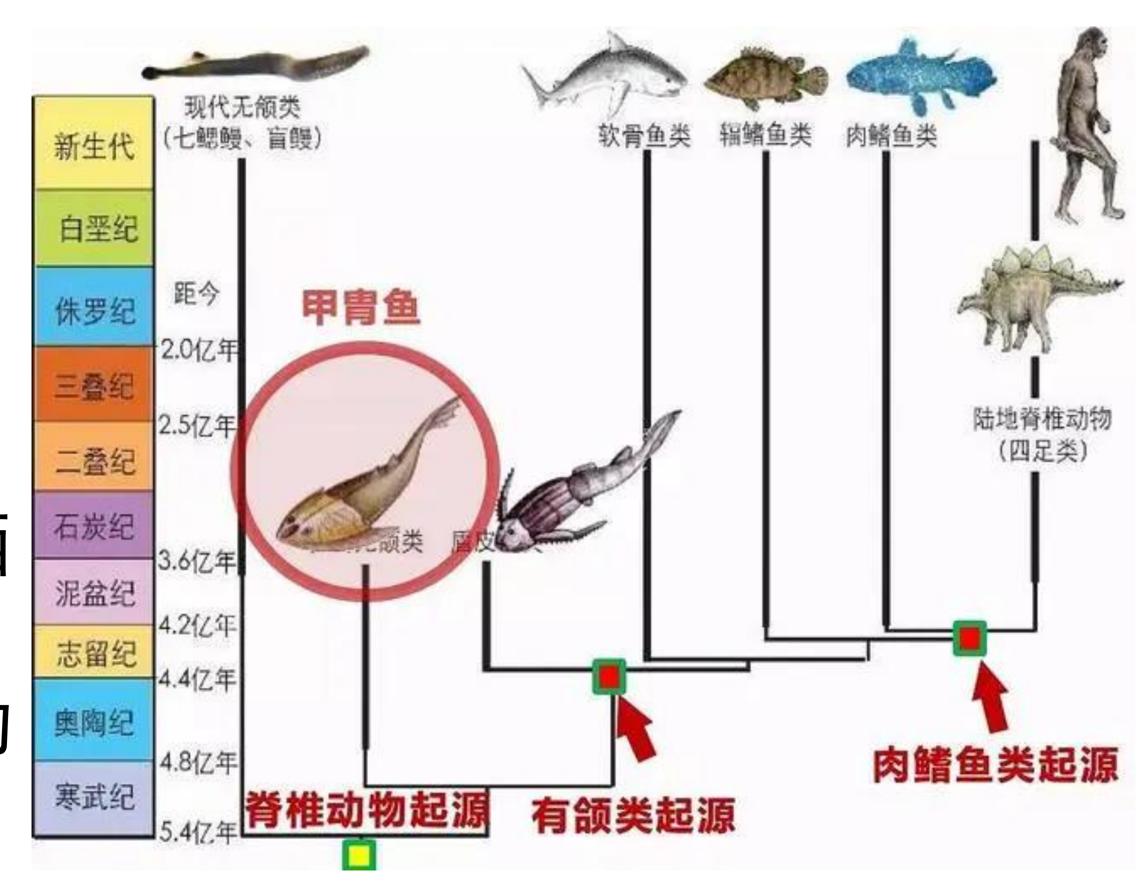
二、脊索动物门的分类

（三）脊椎动物亚门

3、脊椎动物的起源和进化

(3)脊椎动物的起源和进化：

原始无头类的主干发展出原始有头类，即脊椎动物的祖先。它朝两个方向发展，一是较原始的无颌类，另一类具有上、下颌的有颌类。有颌类的进化可分3个阶段，第一阶段在水中，即软骨鱼类和硬骨鱼类的进化;第二阶段是由水上陆，即水陆两栖的两栖类的出现，并由此进化出完全适应陆生的羊膜动物爬行类;第三阶段是羊膜动物中的两支高等脊椎动物即鸟类和哺乳类的进化。进而是人类的进化。



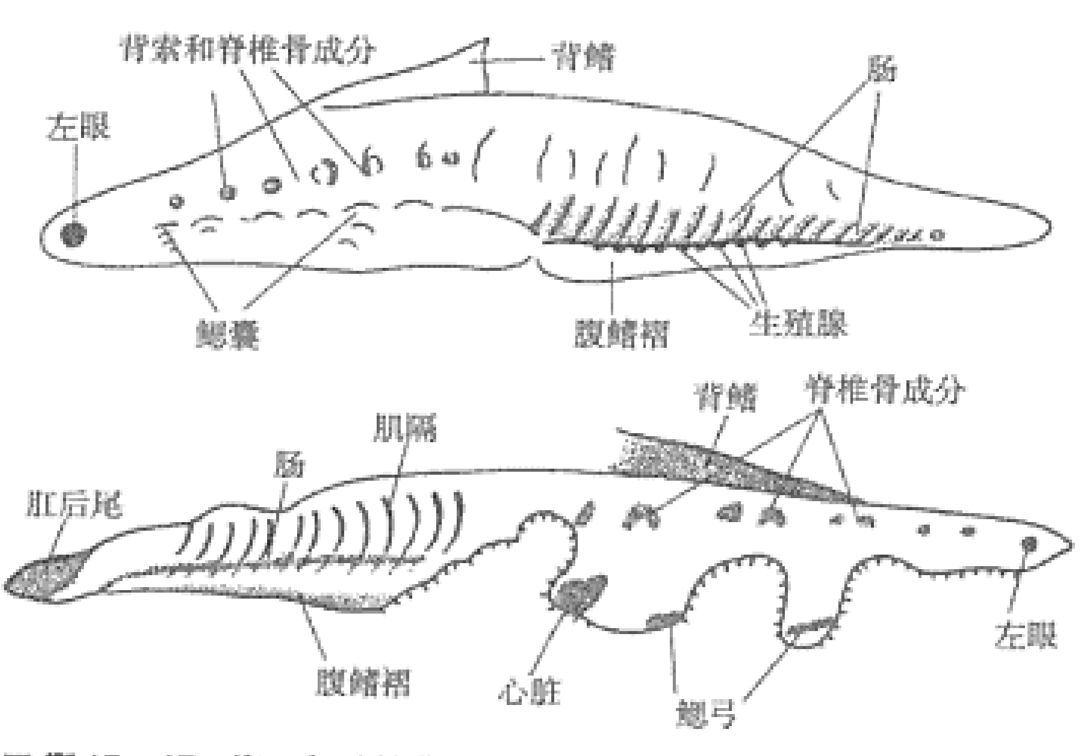
二、脊索动物门的分类

（三）脊椎动物亚门

3、脊椎动物的起源和进化

(3) 脊椎动物的起源和进化：

海口鱼（有头类始祖、脊椎动物最古老的祖先）已具备低等脊椎动物形态学和胚胎发育学上的基本性状，即原始脊椎、头部感觉器官及神经的衍生构造；另一方面它却保留着无头类祖先的原始生殖构造特征。海口鱼这种独有的镶嵌构造特征表明，它不仅是已知最古老的，而且还很可能是最原始的绝灭脊椎动物（寒武纪）很可能就是学术界期盼已久的有头类始祖、脊椎动物最古老的祖先。



■ 图 15－17　海口鱼（*Haikouichthys ercaicunensis*）标本复原图